香川県立農科大学

学　術　報　告

第6巻　第3号（通巻第18号）

目　次

川村信一郎：大豆蛋白質を製造するときの副産物の利用 VII 総括と結論（英文）……227

川村信一郎
小林恒夫：ペントーズとヘキソーズとを同時に比色定量する方法について（英文）……241
大島道雄

境田耕治
井川正美：描画によるプロジェクト法の研究 II……243

森　和男：水田裏作の経営経済的研究 I 水田裏作における「水」の制約作用について（2）……250

葦沢正義
中川正視：果樹の水分生理に関する研究 I 主として果樹の季節的水分代謝作用について……260

前川忠夫：香川県の溜池について……273

内藤中人
高原弘：*Cercospora beticola* の培地に於ける胞子形成並胞子の形態に及ぼす二三の要因に就て……283

桑田晃：糊麻の採種栽培に関する一実験……289

桑田晃：育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について XV 播種期を異にする場合の生育……292

第6巻著者索引（欧文）……299

第1—6巻研究室別総索引……301

第6巻総目次

1955年3月

香川県立農科大学

香川県木田郡三木町

香川県立農科大学学術報告

第6巻 第3号（通巻第18号）

1955年3月発行

この学術報告は本学の各研究室の業績を発表するために発行するもので，国内国外の関係諸機関と交換を行う．1年1巻とする．第1巻は「香川県立農業専門学校研究報告」として1949—50年に3号発行された．第2—5巻はこの号と同じ名称でそれぞれ年3回ずつ発行された．交換に関しては香川県木田郡三木町 香川県立農科大学 科学部長あてに照会されたい．

Technical Bulletin of the Kagawa Agricultural College

Vol. 6, No. 3 (Serial No. 18) (March, 1955)

This Technical Bulletin is published by the Kagawa Agricultural College for exchange with publications of the agricultural and other organizations of the world. This Technical Bulletin contains contributions from the laboratories of sciences in general, agronomy, horticulture, and agricultural chemistry. Each of the former volumes consists of three numbers, beginning with vol. 1 (1949-50). Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Editor, Technical Bulletin, Kagawa Agricultural College, Mikityô, Kita-gun, Kagawa-ken, Japan.

STUDIES ON THE UTILIZATION OF THE BY-PRODUCTS OF SOYBEAN-PROTEIN MANUFACTURE

VII. Summarizing Discussion

By Sin'itirô KAWAMURA
(Laboratory of Biological Chemistry)
(Received August 31, 1954)

Introduction and Review

The ordinary processes of manufacturing soybean protein (see the studies by the author[1-3] and reviews by CIRCLE[4] and BURNETT[5]) involve the following two by-products: (1) liquid waste separated from precipitated protein, or soybean whey, as it is called in recognition of similarity with milk whey separated from precipitated casein, and (2) insoluble meal residue, which is separated from soybean extract or dispersion.

The utilization of these two by-products has not yet been studied systematically. The author[6-11] published the results of his investigations chiefly carried out under the guidance of the late Professor Bunsuke SUZUKI at the Laboratory of Biological Chemistry in the Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

(Ia) Soybean whey and its utilization (see Part I[6])

The utilization of soybean whey was first considered. As the main constituent was found to be sugars in a dilute solution, utilization as ethyl alcohol was considered chiefly. Acid hydrolysis of whey carbohydrates and alcoholic fermentation of whey sugars were studied (Part I[6]). Alcoholic fermentation of soybean carbohydrate was mentioned in some earlier literatures[12-17]. Soybean molasses studied by IWASA[16] was sugar-rich residue contained in alcoholic layer separated on cooling the miscella obtained in the extraction with hot ethanol[18-24] (see the note by IWASA[25] originating from the information by the present author). IWASA[16] removed saponin from this molasses by adding sulfuric acid and fermented the solution containing 0.98% reducing sugar and 6.60% total sugar (reducing sugar after hydrolysis) with wine yeasts. Another soybean molasses, a by-product of soybean extraction with azeotropic mixture of methanol and naphtha[26-30], was also subjected to alcoholic fermentation[31-32]. NAKAMURA and KIN[31] used jelly-like viscous liquid containing 41.7% solid matter, 19.96% reducing sugar after hydrolysis, as the raw material. The ratio of sugar consumed was only 12-32% with diluted molasses, 72-80% with stripped molasses (removed from residual methanol), 90-92% with sulfuric acid-treated molasses (removed from saponin), 20-28% with acid-hydrolyzed molasses, and 70-91% with calcium hydroxide-treated molasses[33]. The Government Fermentation Research Institute[32] obtained similar results with crude soybean molasses containing 27% methanol, 40% water, 20% fat, 9% total sugar, and 1.7% crude protein, and noted the adverse effect of saponin and its decomposition products. This effect of saponin was not encountered in the author's experiments. (The saponins[34-36] were studied chiefly by Japanese chemists including

MURAMATU (1923)[37] and SUMIKI (1929-1930)[38].)

More recently a few Japanese patents appeared on the utilization of soybean whey. ÔTANI[39] heated soybean whey with acid clay or active carbon, and then passed electric current into whey to remove fermentation-inhibiting substances prior to alcoholic fermentation. SUEMURA[40] added active clay to soybean whey to separate thiamine by adsorption. SUEMURA[41] further utilized acid-hydrolyzed residue together with whey as nutrients for yeasts.

YOSIDA[42] mentioned the suitaiblity of soluble carbohydrates in soybean whey for gorwth of yeasts. He[43] found that 90% of potassium and 20% of phosphoric acid were transferred from commercial naphtha-defatted flakes into whey, and discussed the utilization of soybean whey as culture medium in manufacturing penicillin and fodder yeasts. As pointed out by BURNETT[5] propagation of food yeast, *Torulopsis utilis*, (investigated by KLATT et al.[44] on peanut protein waste liquor) is of interest to manufacturers of soybean protein, especially where the waste liquor represents a serious sewage disposal problem. SIBATA[45] used an activated-sludge process to dispose of waste liquor from soybean-protein fiber manufacture. This waste liquor contained only 0.24% residue on evaporation and 0.01-0.035% nitrogen. Ten thousand tons of this liquor would give 2.4 tons activated sludge (dry matter), which would give 1,116 cubic meters gases (5,113,000 kcal.) by digestion.

In the manufacture of *tohu* (soybean curd) the filtrate from coagulated curd is discarded. This waste liquor or whey in *tohu* manufacture contains thiamine. TAKADA and coworkers[46, 47] studied on the recovery of this thiamine.

Now, soluble sugars in soybean whey are too dilute to be fermented without concentration. Fuel needed in concentrating a large amount of whey forms an economical problem in the method of utilizing whey as the source of ethyl alcohol.

Thus two methods were examined to give considerably less dilute sugar solution: the repeated protein extraction and the repeated acid leaching (pretreatment) (Part) II[7]). The latter was found superior to the former. The study was extended to alcoholic fermentation of the sugar solution obtained by the latter method, i.e., repeated acid pretreatment (Part III[3]). Even when acid pretreatment is applied, there is formed waste liquor, that is the filtrate from precipitated protein. This whey obtained after acid pretreatment would contain much less sugars than the whey obtained without pretreatment, though the author did not analyze such a whey. When soluble sugars are utilized on repeated acid leaching, the whey may contain very minute amount of soluble substances, of which utilization would not deserve consideration.

(Ib) Acid leaching and its utilization (see Parts II[7] and III[3])

Though the author decided formerly to omit the process of purifying defatted flakes prior to extraction of protein[2], he found that acid pretreatment was rational from the viewpoint of utilizing soluble carbohydrate. The utilizability of carbohydrate of acid leaching as the material for alcoholic fermentation was established by experiments described in Part III[3]. It is noteworthy that concentration process of sugar with fuel could be excluded by repeating the acid pretreatment; treble acid leaching containing about 4% sugar could easily be obtained and such leaching could be fermented after hydrolysis without concentration.

The Azi-no-moto Co., the pioneer in the manufacture of monosodium glutamate, was

granted some patents on utilizing acid leaching of soybeans for fermentation to obtain ethyl alcohol[48], yeasts[49], or butanol and acetone[50]. Soybean flakes treated with dilute acid will give monosodium glutamate in higher yield and better quality than flakes not treated. KAWAMORI[17] studied on the cultivation of yeasts to utilize hydrochloric-acid leaching. His result was unsatisfactory owing to high sodium chloride content (6-9%) of the neutralized hydrolyzate. Acid leaching was repeated three times to decrease the concentration of sodium chloride in comparison with that of sugar, and the treble leaching could be used more satisfactorily. In a more recent patent SUEMURA[51] recovered thamine from acid leaching of soybean meal. RAWLING[52] subjected defatted soybean meal to the action of yeast to convert the contained sugars into alcohol and carbon dioxide, removed the alcohol from the fermented residue, and then washed it with an acid solution of pH 4.5-4.2.

(2) **Insoluble residue and its utilization** (see Parts IV-VI[9-11])

The second by-product of soybean-protein manufacture, insoluble residue from protein extraction contains, as given in Part IV[9], 11% crude protein (left insoluble on extraction with alkaline reagent), 3% ash, 27% crude fiber, and 59% nitrogen-free extract on moisture-free basis. The compositon and yield of the residue may vary according to the degree of extracting protein. Thus the influence of the method of protein manufacture was studied on the yield and carbohydrate content of the residue[9]. The utilization was naturally centered on that of carbohydrate. This insoluble carbohydrate was hydrolyzed with acid (Part V[10]). The hydrolyzate was fermented with distillery yeasts (Part VI[11]). The result was not satisfactory.

The insoluble by-product of soybean-protein manufacture may be utilized (i) as itself, or (ii) after microbiological or chemical processing. Or (iii) there may be some method not to form this by-product, that is the insoluble matter may be incorporated in the final product (though this procedure cannot be said as utilization of the by-product in protein manufacture, as it is not concerned with the manufacture of protein isolate).

(i) Utilization of protein-extraction residue as itself. The residue, when thoroughly extracted and washed, contains only a small amount of nitrogenous matter (11-15% crude protein on dry basis). But, when protein extraction or washing is insufficient, as encounered in industrial processing, a considerably larger amount of nitrogenous matter will be left. The author had often experiences to find such analyses on insoluble by-product in the affiliated factory. TAKAYAMA[75] reported that protein-extraction residue after neutralization and drying contained 6.16% moisture, 24.94% crude protein, 9.57% fat, 19.71% fiber, 33.61% carbohydrate, 6.01% ash, 1.55% potassium oxide, and 0.99% phosphoric acid. This residue is considerably rich in fat, and so the crude protein content of water- and fat-free residue may be as high as 29.6%. Such a residue as this containing about 30% crude protein or 4.7% nitrogen can well serve as organic manure itself; moreover this contains valuable elements such as phosphorus and potassium. HURUKAWA and ODA added salts valuable as fertilizer to protein-extraction residue[53], or added phosphoric, nitric, sulfuric, or hydrochloric acid to protein-extraction residue and then treated the mixture with ammonia[54] to produce fertilizer.

When improved by some means, the protein-extraction residue may be utilized as fodder. KANAI[55] mixed tundra and fish viscera to the residue to produce fodder for domestic animals

and poultry.

KAZITUKA[56] reported the animal feeding test with protein-extraction residue. Though he stated that extraction of oil and protein from 100 parts of soybeans yield 40-60 parts residue, the present suthor[9] obtained the yield of 20-37% for defatted meal or the yield of only 17-31% for soybeans. KAZITUKA[56] added 8-10 parts of 0.2-0.5% sodium hydroxide solution to 1 part of defatted meal (with methanol-naphtha azeotropic mixture[26-30]) and obtained insoluble residue after 1 or 2 treatments. It is clear from the following analyses that protein extraction was far from sufficient:

	crude protein	crude fat	ash	carbohydrate (by difterence)
No. 1, residue from 1 extn.	41.9	1.75	4.5	51.9 %
No. 2, residue from 2 extns.	32.7	1.82	4.2	61.3 %

The feeding experiments with young albino rats showed that the sample No. 1 was higher in nutritive value than the sample No. 2, that the sample No. 1 maintained the body weight of rats for 20 days but it did not sustain growth owing to the lack of fat, vitamins A and B group, and that the sample No. 2 decreased the body weight of rats leading to death owing to the lack of fat and vitamins. The protein and salts of protein-extraction residue was considerably nutritive even in the sample No. 2.

When the alkaline proteinaceous extract is obtained by the screening process of BELTER et al.[57], the meal residue retains a considerable amount of protein, and "is valuable as a stock feed, and has potential industrial uses, because it is low in water-soluble nonprotein meterials, such as sugars and salts" as stated by Burnett[5]. Thus it is used in phenolic resin, hot-press plywood glues[58]. "This meal residue contains 50-55% protein and essentially no water-soluble fraction, which latter has been removed in the process of refining the protein.………Formulas containing resin and protein materials in the ratio of 6:4 are said to give rapid curing glue lines which meet the established standards for exterior grade plywood with a considerable savings in glue cost."[5] The insoluble residue can also be used for the plastics. JULIAN and OBERG[59] "have described molding powders consisting of phenol-aldehyde resins or urea-aldehyde resins and the reaction product of an aldehyde with the insoluble meal residue remaining from the ordinary protein isolation process."[5]

An example of utilizing protein-extraction residue by physical means is found in a patent granted to Hônen Oil Mill Co.[60] The residue was pressed in a frame together with 3-20% sawdust or bagasse with pressure (50-500 p.s.i.) at 100-150° for 10-60 minutes to form fiber board.

(iia) Microbiological utiliztion of residue. Alcoholic fermentation of residue hydrolyzate as investigated by the author is not a rational method owing to furfural formation and difficulty of saccharification to get reasonably concentrated sugar solution. Combined utilization of whey and residue as the nutrient source for yeasts was originally planned by the author. There is a patent by SUEMURA[41]. TAKADA[61] cultivated *Eremothecium ashbyii* on th insoluble residue from protein extraction to produce vitamin B_2 complex. Kôji can be prepared from protein-extraction residue, by washing with water, neutralizing with hydrochloric acid, washing again with water, pressing lightly, steeping in dilute acetic acid, pressing to moisture content of 35-40%, heating

by superheated steam to volatilize acetic acid, adding wheat or rice bran or other carbohydrate source and cultivating *Aspergillus oryzae*[62]. UMEDA and coworkers[63] utilized protein-extraction residue containing 3.2% nitrogen or 20% crude protein as the raw material for soy sauce and *miso* sufficiently good in flavor and color. YOSIDA[64] found that the hydrolysis of residue with hydrochloric acid was difficult, but it was facilitated when preliminary hydrolysis with *Aspergillus oryzae* was made; he produced amino acid condiments by this microbiological and chemical method.

(iib) Chemical utilization of residue. It was the author's aim to extract as much protein as possible from defatted soybean meal to leave the residue chiefly consisting of carbohydrate. The attempted utilization of this insoluble carbohydrate as ethyl alcohol proved unsuitable for industrial purpose. The chief cause was the formation of furfural. The formation of furfural was compared with other industrial raw materials, such as oat hulls, corn cobs, and cottonseed hulls, which contain abut 30% pentosan. The residue from protein-extraction of soybeans contain a smaller amount (17-19%) of pentosan. Thus utilization as the raw material of furfural would not be profitable except in some special cases. Still this utilization may be counted as considerable, when coupled with further utilization of the residue from steam distillation to get furfural.

As one of such ultimate utilization of cellulosic substance beleft after steam distillation, preparation of active carbon was suggested by the late Dr. Bunsuke SUZUKI, but no experimental study was made. KONDÔ and IWAMAE[65] added 40-50% berylium iodide, gallium chloride, potassium iodate, cupper chloride, or boric acid to the residue from protein extraction, carbonized, and activated by heating at 700-800° for 3 hours to prepare active carbon. According to SIBATA[45] dry distillation of protein-extraction residue gave 306-624 cc./g. of volatile matter, consisting of 30% carbon dioxide, 1% oxygen, 37% methane, 11% hydrogen, and 22% nitrogen and other gases corresponding to 3869 kcal. per cubic meter.

(iii) Method of preparing soybean for adhesive and other purposes without forming insoluble residue. For adhesive purpose not only the soybean protein isolate, but also the defatted soybean flour is used. Here soybean whey fraction is not desirable for adhesive and plastics. VOLKOV et al.[66] peptized soybean protein with sodium hydroxide and then used excess hydrochloric acid to precipitate it upon the insoluble residue without separating the latter to prepare plastics. WAHLFORSS[67] leached soybean meal with a weak acid at the isoelectric point of soybean globulin, dissolved the alkali-soluble protein in the presence of the insoluble residue comprising cellulose, hemicellulose, and alkali-insoluble protein, and separated the composite of insoluble residue and precipitated protein from the solution. INAGAKI et al.[68] did not separate insoluble residue after steeping defatted soybean meal in dilute acid or alkali, but added alkali or acid to precipitate protein; whey fraction was removed and protein plus insoluble residue was dried and pulverized. DAVIDSON[69] recovered protein and hemicellulose simultaneously from soybean meal; the soybean meal was digested with 0.4% sodium hydroxide solution and the dispersion passed through a 200-mesh screen to remove cellulose; the resulting liquid was acidified and the protein and hemicellulose, simultaneously precipitated, were washed and dried. The product was superior to soybean protein isolate in adhesive quality and yield (50-60% rather than 35%). These methods are interesting from the viewpoint of utilizing as much constituents as possible which are contained in soybeans, though only cellulosic residue is separated by the last-mentioned method.

Summarized Results of Experiments

1. The composition of soybean whey[6].

Soybean whey is a very dilute solution and even that from the first protein extract contains only 2-3% solid matter. This solid matter dissolved in whey consists of 23.6-24.7% crude protein, 24.8% ash, and 50.5% nitrogen-free extract. Reducing sugar after hydrolysis amounts to 38-39% of total solid matter, in comparison with the value (50.5%) of nitrogen-free extract. Roughly saying, soybean whey contains 2-3% solid matter consisting of carbohydrate, protein, and ash in the ratio 2 : 1 : 1.

About 30% (29.5-35.0, arithmetic average 32.1%) of crude protein in whey is coagulable by heat or in the form of albumin.

When sodium sulfite is used as protein-dispersing agent, whey will contain sulfur dioxide or sulfite. Some determinations made for sulfur dioxide content of whey showed that it is very low. Besides, sulfurous acid can be easily removed by evaporation during concentration of whey. When it is used as the raw material for alcoholic fermentation, it must be concentrated by heating. Thus sulfur dioxide was found unimportant. Since the sample contains organic substances, iodine titration cannot be used in determining sulfurous acid. Sulfurous acid was distilled, oxidized to sulfuric acid, which was determined as barium sulfate. Sulfite is distilled after acidifying the sample, and free sulfurous acid is distilled in carbon dioxide stream from non-treated sample. Soybean whey is itself acidic. Thus it follows that all sulfur dioxide is in free form. The fresh whey itself contained 0.031-0.056 g./dl. sulfur dioxide. This content decreased only slightly (to 0.026 g./dl.) when precipitate with calcium carbonate was removed by filtration. Calcium sulfite is insoluble in water, but dissolves in aqueous solution of sulfur dioxide to form calcium bisulfite. Sulfur dioxide content of whey decreased to less than 0.006 g./dl. (probably much less than this), when whey was evaporated to one-fourth volume.

Soybeans contain none or only trace of reducing sugars[70], but as pointed out by TAKAYAMA[75], soybean whey contained reducing sugars. He reported that a sample of whey contained 0.162 g./dl. reducing sugars and 0.989 g./dl. total sugars. The author could confirm not only the presence of reducing sugar in whey, but also the increase of reducing sugar in aging of whey. The reducing sugars of whey are presumed to be glucose, fructoue, and galactose derived from hydrolysis of sucrose, raffinose, and stachyose present in soybeans, as was confirmed later[70]. The analytical result showed that the whey containing 0.823 g./dl. total sugar contained the following amounts of reducing sugar when kept at 7°: the day of preparation 0.2728, 3 days after preparation 0.3998, 5 days after preparation 0.4537, and 12 days after preparation 0.6108 g./dl. (as glucose). Since also in boiled whey sample the increase of reducing sugar was evident, this hydrolysis may be nonenzymatic reaction. (Later experiments detected sucrose, raffinose, and stachyose in soybean whey[70] as well as in defatted soybeans[73].)

2. Acid hydrolysis of whey carbohydrate.[6]

Experiments on the determination of total carbohydrate of defatted flakes by acid hydrolysis[71] showed that boiling with 1.5, 3, and 6% hydrochloric acid gave 10.2, 13.7, and 19.6% reducing sugar after hydrolysis on air-dry basis, respectively, and that the time of heating had smaller influences than concentration of acid. Defatted flakes contain a considerable amount of

cellulose (about 5% crude fiber) and other polysaccharides, while soybean whey contains no such higher polysaccharides, as they are insoluble in weak alkaline reagent for extracting protein. Thus the results according to acid concentration may differ between whole defatted flakes and whey. The concentrations of hydrochloric acid or sulfuric acid were varied and reducing sugar after hydrolysis was compared. With both the acids, 3% acid gave highest reducing sugar yield in comparison with 0.5, 1.5, and 6%. The concentration of hydrochloric acid and total sugar (as glucose) in g./dl. were, respectively, 0.58, 0.716; 1.74, 0.775; 3.47, 0.823; and 6.95, 0.750. Those for sulfuric acid were, respectively, 0.52, 0.590; 1.57, 0.636; 3.15, 0.687; and 6.30, 0.654.

The experiments on the conditions of acid hydrolysis of soybean whey with sulfuric acid showed the results, that sulfuric acid below 1% was insufficient, duration of hydrolysis need not be lengthened over 2 hours, and optimal conditions of hydrolysis are boiling with 1.5% sulfuric acid for 2 hours.

3. Alcoholic fermentation of soybean whey[6].

No alcoholic fermentation occurred with soybean whey itself. Even the acid hydrolyzate of whey showed no fermentation. With concentrated whey the yeast No. 2 did not ferment it, the yeasts No. 1 and No. 3 showed fermentation giving the ratio of sugar consumption 49 and 63%, respectively. The hydrolyzate of concentrated whey containing 2.457 g./dl. sugar was fairly fermented; the ratio of sugar consumption was with the yeast No. 1, 62; No. 2, 64; and No. 3, 83%. These are the results of the first trial fermentation with distillery yeasts offered by the Laboratory of Fermentation, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

The results of the second trial fermentation are as follows. Concentrated whey was hydrolyzed with sulfuric acid and the hydrolyzate was neutralized with calcium carbonate to pH 4.6. The sample containing calcium sulfate precipitate formed during heat sterilization and that separated from such precipitate were fermented with three strains of distillery yeasts (same as in the first trial fermentation). The ratio of sugar consumed was similarly high (82-90%) irrespective of filtration from calcium sulfate. Direct determination of ethyl alcohol (by the specific gravity method) showed higher result (yeast No. 1, 72; No. 2, 69; and No. 3, 85%) for filtered sample than for unfiltered ones (yeast No. 1, 64; No. 2, 53; and No. 3, 81%).

Whey has nitrogenous as well as inorganic nutrients sufficient for yeasts. Nitrogenous matter in concentrated whey consists of about equal amounts of proteose and nonproteinic substances.

The fermentability of whey sugars was well established, but it is not practical to concentrate whey with fuel. This consideration led to the studies that follow.

4. The method of concentrating soluble carbohydrates[7].

The carbohydrate contained in soybean whey or filtrate from precipitated protein is called soluble carbohydrate, while that contained in the insoluble residue separated from protein dispersion is called insoluble carbohydrate by the author.

The whey itself contains only 2.3% solid matter, consisting of sugars (oligosaccharides), crude protein, and ash in the approximate ratio of 2 : 1 : 1. Fermentation was successful with whey concentrated to about one-fourth volume, or that containing 2.5-4.5% sugar.

Two methods of concentrating soluble carbohydrate without the use of fuel were devised:

(A) to treat another batch of defatted flakes with alkaline dispersion of protein to prepare doubly (or further trebly) concentrated protein dispersion, from which concentrated whey is obtained by acidification (repeated dispersion); (B) to repeat the pretreatment of defatted flakes with dilute acid (prior to protein dispersion with alkaline solution) to dissolve as much sugars and as little protein as possible (repeated acid-treatment). These two methods were studied, and it was found that repeated dispersion (A) gave too viscous dispersion to be manipulated technically easily. In comparison with this, acid leaching or acid extract concentrated by repeated acid-treatment (B) did not become viscous and presented no difficulty in handling. Thus concentrating of soluble carbohydrate can be attained by repeating acid-treatment of defatted flakes,

(A) In repeating protein dispersing procedure with alkaline solution two or three times, the method of extracting new meal with the first protein extract may give whey containing 2-2,5 g./dl. sugar, but protein extract becomes too viscous to be manipulated easily. Another method practicable in the factory produced whey containing only 1.5 g./dl. sugar when the meal to solution ratio is 1:10 or only 1 g./dl. sugar when the meal to solution ratio is 1:15. These wheys are not likely to ferment without concentrating. Thus repeated dispersion will give great difficulty of the proper process of preparing protein, or will give only dilute whey. The conclusion is that the repeated dispersion cannot be applied in concentrating soluble carbohydrate.

(B) The experiments carried out to know the effect of acid-treatment prior to protein extraction revealed that carbohydrate dissolved was about 55-70% of total carbohydrate (16.0%) of the meal regardless of the strength of acid, —there could be found no clear relation between the amount of dissolved carbohydrate and the amount of acid used—, and that nitrogenous matter dissolved be lowered to 10-15% of total nitrogenous matter (nitrogen 7.77%) of the meal in certain concentrations of acid. Here not the concentration of acid but the amount of acid (more precisely the amount of dissociated hydrogen ions) is of importance, that is the hydrogen-ion concentration plays the role. It is evident that nitrogenous matter dissolved by acid-treatment becomes minimal at its isoelectric point. Stronger or weaker acid than this point will dissolve more nitrogenous matter. Thus acid-treatment should be performed under optimal conditions for protein (minimum dissolution) and not under optimal conditions for sugars (maximum dissolution). The isoelectric point of soybean protein is pH 4.2-4.4 according to the present author[3,76] SMITH and CIRCLE[77] showed pH 4.1-4.2 to be isoelectric point and pH 4.0-4.7 as isoelectric range. When pH 4.2 is aimed at, for example, addition of 0.07-0.08 N sulfuric acid in the meal to acid ratio of 1:5 made the acid leaching at isoelectric point. The amount and concentration of acid to be used varies naturally according to the meal.

It was found that pH of the mixture of acid leaching at pH 4.2 and new defatted meal became near 5.0. This fact was not thoroughly investigated, but it might be attributed to buffer action of soybean meal. Now from the practical viewpoint it is necessary to make the pH of the mixture 4.2 rapidly by supplementing dilute acid. If too dilute acid (e.g. 0.1 N sulfuric acid) is used, the total volume increases and the concentration of sugar decreases. This is to be avoided, as the chief object is now to concentrate soluble carbohydrate. When 1 N sulfurcic acid was used the treble leaching contained as much as 4.3 g./dl. total sugar. It is noteworthy that acid leaching does not contain reducing sugar before hydrolysis, though whey does contain

reducing sugar.

5. Alcoholic fermentation of acid leaching[8].

Acid leaching obtained by single treatment was concentrated and fermented with distillery yeasts, but the fermentation failed, probably owing to the low yeast activity.

The fermentation of treble acid leaching was excellent. The sample contained 9.586 g./dl. total solid, 3.846 reducing sugar, and 2.752 ash. The ratio of fermentation was 76-81% and the ratio of sugar consumed was more than 90% with two strains of distillery yeasts.

6. The yield and composition of insoluble residue[9].

Experiments were made to see the influence of the method of extracting protein on the yield and carbohydrate content of insoluble residue. When protein extraction is reasonably thorough, 100 parts meal will give 20 parts insoluble residue containing 30% carbohydrate (total sugar after hydrolysis).

The insoluble residue contained 3% ash, 11-15% crude protein, 23-27% crude fiber, 59-61% nitroten-free extract, and 37-40% reducing sugar after hydrolysis on moisture-free basis. The furfural yield of this residue was 8-10%. This corresponds to 15-19% araban, but it contains uronic acid constituent; one example of later analysis gave 7.87% furfural yield and 8.25% uronic acid, or 7.50% uronolactone and 11.76% araban[10, 72].

The insoluble residue contained no mono- or oligosaccharides. Most of the nitrogen-free extract was considered to be in the form of so-called hemicellulose. The amount of isolated hemicellulose was small (only about 17% total hemicellulose). The hemicellulose of soybeans has been further investigated[73, 74].

7. Acid hydrolysis of carbohydrate in the residue from protein extraction[10].

Acid hydrolysis of the residue in an autoclave was unsuitable owing to the formation of furfural from pentose units. The yield of reducing sugar was low. Under atmospheric pressue, the best conditions were to use 10 parts 3% sulfuric acid and to heat at 98° for 2.5 hours.

8. Alcholic fermentation of acid hydrolyzate of residue from protein extraction[11].

The alcoholic fermentation was difficult when the acid hydrolyzate of insoluble carbohydrate of soybeans is the starting material. Alcoholic fermentation of acid hydrolyzate obtained by autoclaving the residue was unsuccessful. Rising of sugar concentration would not lead to a better result, since steam distillation (carried out to remove furfural) would decompose once-formed sugar. Anyhow alcoholic fermentation of hydrolyzate obtained by autoclaving is not a rational method of utilizing insoluble residue from protein extraction.

Acid hydrolyzate obtained under atmospheirc pressure gave no satisfactory result of fermentation, as the concentration of sugar was unexpectedly low. The reducing sugar obtained in the amount of 46-49% is not recommended to be utilized as ethyl alcohol, since the fermentability was not high. It was calculated that hydrolyzate of the insoluble carbohydrate consisted of 53.7% glucose, 19.5% galactose, and 26.8% arabinose in the molar ratio or 56.2% glucose, 20.4% galactose, and 23.4% arabinose in the weight ratio on the basis of selective fementation by the two strains of distillery yeasts used.

Practical Consideration

The nature of by-products varies according to the processes for manufacturing the main product. Yet it is valid that soybean oil industry produced the by-product, soybean cake, rich in protein, and then soybean protein industry produced the by-products, consisting chiefly of carbohydrate. This inference is one of the guiding ideas of the author throughout these studies. Therefore, utilization of carbohydrate was studied and the conclusions are that soluble carbohydrate is easily fermented by distillery yeasts and insoluble carbohydrate is not so easily fermented. Thus liquid waste is more easily utilizable than the solid waste from the chemical nature of carbohydrate contained.

From another viewpoint, however, solid waste is easily manipulated and disposed of, while the disposal of liquid waste forms a problem. Though soluble carbohydrate was proved to be easily fermentable, profitable utilization needs many more intensive studies.

MOHLMAN[78] called attention to the financial problem involved in the disposal of liquid industrial wastes, and then pointed that the technical problem was twofold: "first, to recover salvageable materials, possibly at a profit, and secondly, to adapt methods of sewage treatment primary and secondary, to the treatment of residual industrial wastes."

It may be more or less prevailing fact that "considerable progress has been made in profitable utilization of the solid wastes and the more concentrated liquid effluents, but the more dilute effluents still offer pollution problems," as pointed out for the wastes of citrus fruits industry[79]. Even in the well-established industry of pulp and paper manufacture, sulfite liquor containing a tremendous wealth of natural resources continues to be *waste* liquor[80]. Also "in Great Britain very little progress has been made in the treatment of industrial waste water by fermentation"[81].

These citations were made not to show that the experimental studies described in this series are not useful, but to point out the seriousness of the problem of utilizing by-products. When soybean protein is manufactured on some industrial scale, there are produced waste products notwithstanding the establishment of the methods of the disposal of the waste products. Thus these studies here presented will be of value in determining the direction of factory manufacture in relation to the disposal of solid and liquid wastes.

Conclusion

My laboratory experiments could establish the method of utilizing soluble carbohydrates, while they failed to find a suitable method of utilizing insoluble carbohydrate. However, from the practical viewpoint the insoluble residue is more easily disposed of than the liquid wastes. Thus it is concluded that soluble carbohydrate should be concentrated and utilized before the alkaline extraction of protein by the method of repeated acid treatment. (Here other soluble substances such as thiamine may also be recovered.) The mother liquor from precipitated protein should contain as little organic substances as possible to facilitate the sewage problem. The final waste liquor becomes very dilute after acid pretreatment followed by alkaline extraction. The insoluble meal residue may be utilized as such or after processing, or may be incorporated in the product.

Acknowledgment

The author wishes to express his sincere thankfulness to the late Dr. Bunsuke SUZUKI and to Dr. Masumi KANAI, under whose guidance thess studies were made. He also wishes to thank Prof. Kin'ichirô SAKAGUCHI and Prof. Toshinobu ASAI of the University of Tokyo, who were kind enough to offer valuable strains of distillery yeasts. The author is grateful to Dr. Taiji KUROKAMI, the director of this College, who gave the convenience of continuing and publishing the studies.

Resumo (en Esperanto)

Por prepari proteinon el sojfaboj sengrasigitaj oni ordinare uzas diluan alkalion por solvi proteinon el la materialo, kaj due aldonas acidon al la alkalia solvajo por precipiti proteinon. Tiel oni akiras du kromproduktojn: (1) likva kromprodukto apartigata de precipitita proteino kaj (2) nesolvebla restajo apartigata de proteinsolvajo.

Ĝis nun mi[6–11] studis la utiligadon de ambau kromproduktoj. Ĝar la ĉefa komponajo de ambau estas karbohidratoj mi studis por utiligi ilin per fermentado por akiri etanolon. La likva kromprodukto (1) entenas bone fermenteblan sukeron (sakarozo, rafinozo, kaj stakiozo, kaj iliaj hidrolizatoj)[70, 73], tamen la nesolvebla solida restajo (2) entenas polisakaridojn (hemicelulozon [72,74]) kaj celulozon, precipe) ne facile hidrolizeblajn nek fermenteblajn.

Ĝi tiu papero priskribas miajn studojn resume kaj diversajn proponojn por utiligi la kromproduktojn citante entute 81 koncernatajn literaturojn de japanaj kaj eksterlandaj autoroj.

La konkludo estas ke oni unue ekstraktu solveblan sukeron per acido ĉe izoelektra punkto de sojfabo-proteino, utiligu ĝin per fermentado, kaj poste ekstraktu proteinon. Tiamaniere oni povos akiri etanolon (kaj ankau vitaminon B_1) kaj la likva forigajo fariĝos tre dilua, kiu ne prezentos malfacilon por disjeti. Nesolvebla restajo povas esti utiligata kiel tia au post mikrobiologia au kemia traktado.

Literature Cited

1) S. KAWAMURA: Studies on the manufacture of soybean protein. I. General introduction and preliminary experiments. *Bull. Coll. Agr., Nihon Univ.* **2**, 1—16 (1951).

2) ———: Do. II. Extraction of soybean oil. Defatted soybean meal as the raw material for manufacturing soybean protein. *Ibid.* 17—36.

3) ———: Do. III. Extraction and precipitation of protein. Small-scale manufacture of soybean protein. *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.* **4**, 206—25 (1953).

4) S. J. CIRCLE, in K. S. MARKLEY (ed.): Soybeans and Soybean Products, **1**, 288—318 (1950). Interscience Publishers, New York.

5) R. S. BURNETT. *ibid.* **2**, 1003—1053 (1951).

6) S. KAWAMURA: Studies on the utilization of by-products of soybean-protein manufacture. I. Alcoholic fementation of the waste liquor of protein manufacture. *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **23**, 129—34 (1949).

7) ———: Do. II. Concentration of soluble carbohydrates. *Ibid.* **23**, 310—15 (1950).

8) ———: Do. III. Alcoholic fermentation of acid extract. *Ibid.* **24**, 383—5 (1951).

9) ———: Do. IV. Components of the residue from protein extraction. *Ibid.* 385—8.

10) ———: Do. V. Acid hydrolysis of the carbohydrate of the residue from protein extraction. *J. Soc. Brewing, Japan* **46**, **K**, 65—7 (1951).

11) ———: Do. VI. Alcoholic fermentation of acid hydrolyzate of the residue from protein extraction. *Ibid.* 78—80.

12) A. LEVALLOIS: *Compt. rend.* **90**, 1923 (1880); **93**, 281 (1881) (through C. WEHMER, 1929).

13) Sadakiti SATÔ: *J. Soc. Chem. Ind. Japan* **23**, 1—24, 109—34, 219—36, 321—42 (1920); *Tech. Repts. Tohoku Univ.* **2**, 1—124 (1921).

14) Kenzi MATUMOTO and K. MISAWA: *Zyozo Sikenzyo Hokoku* (Rept. Inst. Brewing) No. **107**, 16—23 (1930).

15) Bunzô ROKUSYO and S. KAWAI: *Rept. Central Lab., South Manchuria Railway Co.* **18**, 1—22 (1934).

16) Yosaburo IWASA: *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **13**, 233—5 (1937).

17) Tosirô KAWAMORI: *Zyozogaku Zassi* (J. Jnd. Fermentation) **15**, 551—4 (1937).

18) Masanori SATÔ and T. ITÔ: *Rept. Central Lab., South Mancuria Railway Co.* **13**, 46—50 (1928).

19) H. SAKAI and M. SATÔ: *Ibid* · **14**, 1—9 (1929).

20) M SATÔ and M. YOKOTI: *Ibid.* 10—15.

21) Syôiti SERA and M. SATÔ (to Minami Mansyû Tetudô K. K. i. e. South Manchuria Railway Co.), Japan. Patent 79, 665, Jan. 7, 1928.

22) M. SATÔ and Y. ISIDA (to the same Co.): Japan. Patent 80, 567, Feb. 18, 1928.

23) ——— and T. ITÔ (to the same Co.): Japan. Patent 82, 719, July, 30 1928.

24) ——— (to the same Co.): Japan. Patent 88, 043, Aug. 28, 1930.

25) Y · IWASA: *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **15**, 473—7 (1939).

26) Minoru MASINO: *J. Soc. Chem. Ind. Japan* **32**, 866—71 (1929).

27) ——— and S. NISIMURA: *Ibid.* **34**, 1036—40 (1931).

28) ——— and ———: *Ibid.* 1040—4.

29) : *Ibid.* **36**, 807—11 (1933).

30) Syuitirô OTI and M. MASINO: Japan. Patent 79, 135, Nov. 27, 1928.

31) Matuo NAKAMURA and Kôdô KIN: *Kagaku Kogyo Siryo* (Materials for Chem. Ind.) **12**, 185—91 (1939).

32) (Members of Government Fermentation Research Inst.): *Syusei* (Wine Spirit) **1**, 277—81 (1944).

33) M. MASINO and M. NAKAMURA: Japan. Patent Appl. 3061, June 15, 1940; Japan. Patent 138, 115.

34) Yôhei HASIMOTO: *Kagaku no Ryoiki* (J. Japan. Chem.) **5**, 593—5 (1951).

35) A. MEYER, O. JEGER, and L. RUZICKA: *Helv. Chim. Acta* **33**, 672—87, 687—99 (1950).

36) B. F. DAUBERT, in K. S. MARKLEY (ed.): Soybeans and Soycean Products, **1**, 374—7 (1950). Cf. 4)

37) Syunsuke MURAMATU: *J. Chem. Soc. Japan* **44**, 1035—49 (1923).

38) Yusuke SUMIKI: *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **5**, 737—52 (1929); **6**, 783—90 (1930).

39) Yosio ÔTANI: Japan. Patent 163, 898, May 9, 1944.

40) Kensuke SUEMURA (to Nihon Yusi K. K.): Japan. Patent 163, 148, March 23, 1944.

41) ——— : Japan. Patent 163, 841, April 15, 1944.

42) Minazô YOSIDA: *Toyo Rayon Syuho* **5**, 100—2 (1950).

43) ———: *Ibid.* **3**, 19—20 (1948).

44) T. J. KLATT, F. D. PARKER, A. F. POMES, and N. PORGES: *Oil & Soap* **22**, 319—20 (1945).

45) Saburô SIBATA: *J. Soc. Chem. Ind. Japan* **44**, 130—4, 136—8 (1941).

46) Ryôhei TAKADA and Tosiomi NAGATA: *Zyozogaku Zassi* (J. Ind. Fermentation) **21**, 803—10 (1943).

47) Masanobu MATUYAMA and R. TAKADA: *Ibid.* **22**, 11—17 (1944).

48) Zyunsin YAMAYA (to Azi-no-moto K. K.): Japan. Patent 111, 160, June 17, 1935.

49) ———: Japan. Patent 111, 037, June 7, 1935.

50) ———: Japan. Patent 122, 091, Oct. 7, 1937.

51) K. SUEMURA (to Nihon Yusi K. K.): Japan. Patent 170, 587, Oct. 20, 1945.

52) F. G. RAWLING (to West Va. Pulp & Paper Co.): U. S. Patent 2, 190, 644, Feb. 20, 1940; *C. A.* **34**, 4188[4] (1940).

53) Seisi HURUKAWA and Ken'iti ODA (to Nippon Zinzô Hiryô K. K.): Japan. Patent 97,302, Sept. 15, 1932.
54) ———: Japan. Patent 104,727, Jan. 25, 1934.
55) Masumi KANAI (to Nihon Yusi K. K.): Japan. Patent 145,446, Sept. 10, 1941.
56) Susumu KAZITUKA,: *Kagaku Kogyo Siryo* (Materials for Chem. Ind). **12**, 191—4 (1939).
57) P. A. BELTER, A. C. BECKEL, and A. K. SMITH: *Ind. Eng. Chem.* **36**, 799—803 (1944).
58) G. E. BABCOCK and A. K. SMITH: *Ibid.* **39**, 85—8 (1947).
59) P. L. JULIAN and E. B. OBERG (to The Glidden Co.): U, S. Patent 2,281,584 (1942).
60) Akimasa HAGIWARA, S. SAKURADA, and M. YAMAGUTI (to Hônen Seiyu K. K.): Japan. Patent 183,720, July 5, 1950.
61) Ryôhei TAKADA (to Nagao Kenkyûzyo): Japan. Patent 166,804, Aug. 25, 1944.
62) Sumimasa TAKEDA (to Syôwa Sangyô K. K.): Japan. Patent Appl. 5150, Oct. 26, 1942.
63) Isao UMEDA, S. YAMAGUTI, and H. ISIDA: *J. Soc. Brewing, Japan* **44**, 231—4 (1949).
64) M. YOSIDA: *Toyo Rayon Syuho* **3**, 87—90 (1946).
65) Kinsuke KONDÔ and Hirosi IWAMAE: Japan. Patent 124,203, March 22, 1938.
66) E. N. VOLKOV, P. G. GRIGOR'EV, and V. GULYAEV: *Org. Chem. Ind.* (U.S.S.R.) **6**, 517—18 (1939); *C. A.* **34**, 2490[9] (1940).
67) E. WAHLFORSS (to The Glidden Co.): U. S. Patent 2,284,700, June 2, 1942; *C. A.* **36**, 6704[1] (1942).
68) K. INAGAKI, K. KATAOKA, and T. YAMADA (to Mitubisi Kasei Kôgyô K. K.): Japan. Patent 168,274, Nov. 8, 1944.
69) G. DAVIDSON: U. S. Patent 2,464,075, March 8, 1949; *C. A.* **43**, 3663*b* (1949).
70) S. KAWAMURA: Studies on soybean carbohydrates. I. Sugars of soybeans. *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.* **4**, 65—71 (1952).
71) ———: Do. II. The carbohydrate content of defatted soybeans. *Ibid.* **5**, 1—14 (1953).
72) ———: Do. III. Separation of hemicelluloses. *Ibid.* 190—8.
73) ———: Do. IV. Determination of oligosaccharides. *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **28**, 851—3 (1954).
74) ———, T. Kobayashi, M. Ôsima, and M. Mino: Do. V. Isolation and some properties of hot-water-soluble hemicellulose. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* **19**, 69 (1955)
75) Yositarô TAKAYAMA: *J. Soc. Chem. Ind. Japan* **30**, 791—8 (1927).
76) Kenzi ISII, H. IWAMOTO, and S. KAWAMURA: The isoelectric point of soybean proteins. *Research Dept. Agr. Vet. Sci. Nihon Univ.* **1**, 47—53 (1953).
77) A. K. SMITH and S. J. CIRCLE: *Ind. Eng. Chem.* **30**, 1414—18 (1938).
78) F. W. MOHLMAN: *Ibid.* **44**, 467 (1952).
79) H. W. von LOESECKE: *Ibid.* 476—82.
80) H. R. MURDOCK: *Ibid.* 507—13.
81) B. A. SOUTHGATE: *Ibid.* 524—30.

大豆蛋白質を製造するときの副産物の利用

VII. 総括と結論

川 村 信 一 郎

大豆蛋白質の製造[1–3] に当り生ずる副産物には廃液（蛋白質を沈澱させたときの母液）と残渣（蛋白質を抽出するさい生ずる不溶解性の固形残渣）とがある．廃液は濃縮し加水分解すれば酒精酵母により容易に醱酵される[6]．燃料を用いないでこの可溶性炭水化物（後の研究によりサッカローズ，ラフィノーズ、スタキオーズ，及びその加水分解産物たる単糖類から成ることを明らかにした[70,73]）を濃縮する方法としては，種々の実験ののち，蛋白質の抽出を行う前に酸処理を繰返して行うのがよいことを確めた[7]．この酸処理液のアルコール醱酵もよい結果を得た[8]．蛋白抽出残渣[9] は主成分としてヘミセルローズ[72,74,75] とセルローズを含む．これの酸糖化[10]とアルコール醱酵[11] を試みたが，よい結果を得なかった．

以上の著者の研究[6–11] を要約し，さらに副産物の利用についての内外の提案を紹介し批判した．

実験室の研究としては液状副産物の方が利用し易く，固形副産物が利用し難いという結果となったが，実際上は残渣の利用[53–69]の方が容易であり，廃液の利用[13,16,17,31–3[illegible],39–52]に問題が多い[79–82]．そこで可溶性炭水化物を反復酸処理法により濃縮して利用し，有機物を含むことの少い，稀薄な廃液をつくるようにすることが，大豆蛋白質を工業的に製造する場合の合理的な方向であると結論することができる．

脱脂大豆の酸処理法によってはビタミン B_1 なども回収することができる．酸処理を行うとグルタミン酸の分離が容易となるし，いわゆるアミノ酸醬油の原料としても脱脂大豆そのものにまさるものと考えられる．

御指導を賜わった故鈴木文助先生並びに金井真澄博士に深く感謝する．またアルコール酵母を分与せられた東京大学農学部の坂口謹一郎先生並びに朝井勇宣先生に対し，さらに発表の機会を与えられた本学学長黒上泰治先生に対し感謝の意を表する．

A NOTE ON THE SIMULTANEOUS COLORIMETRIC DETERMINATION OF PENTOSE AND HEXOSE

By Sin'itirô KAWAMURA, Tsuneo KOBAYASHI*, and Mitio ÔSIMA*.

(Laboratory of Biological Chemistry)

(Received September 5, 1954)

In the course of studies on soybean hemicelluloses it was necessary to determine sugar components on a small amount of the preparation obtained by hot water extraction[1]. Qualitative tests showed the presence of hexose and pentose together with uronic acid. A survey of literature revealed a method of simultaneous colorimetry of pentose and hexose. ALBAUM and UMBREIT[2] reported a method to determine separately various pentoses and pentose phosphates based upon the different degree of coloration in the pentose-orcinol reaction. DRURY[3] extended this method to determine colorimetrically pentoses and glucose. This method of DRURY was applied to the hydrolyzate of hot-water-soluble hemicellulose[1]. Though the result obtained was concluded as not reliable, this method is of interest owing to the small amount of the sample needed and to the rapidity. When applied to suitable samples containing only two monosaccharides (pentose and hexose), the DRURY method will be of great value. (A recent review was published on sugar analysis by KAWAMURA and KOBAYASHI[4].)

According to DRURY, glucose and pentoses behave differently in the orcinol reaction under certain conditions, and the colorimetric readings at intervals would give the pentose content within a 2% error after suitable mathematical treatment. Now we assume that galactose and pentose would behave independently with orcinol under the conditions of the determination by the DRURY method and that the colorimetric reading of the mixture is equal to the sum of the colorimetric readings of the components.

Thus $$R = r_{gal} + r_{pen} \tag{1}$$

and $$G = g_{gal} + g_{pen}, \tag{2}$$

where R and G are the readings of the mixture with red and green filters, respectively, and r and g are the readings of the components (gal = galactose, and pen = pentose). From (1) and (2) we get

$$g_{gal} = \left[(g/r)_{pen} \cdot R - G \right] / \left[(g/r)_{pen} \cdot (r/g)_{gal} - 1 \right] \tag{3}$$

The reagents (0.3 ml. of 10% orcinol in 95% ethanol and 3.0 ml. of 0.1% ferric ammonium sulfate, $Fe(NH_4)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, in concentrated hydrochloric acid) were taken in the standard colorimeter tube, to which was added 3.0 ml. sample solution. Each tube was heated at 100° for 45 min. and the colors were read with the filters of red (660mμ) and green (540mμ) by the PULFRICH colorimeter. Standard sugars were dissolved in distilled water saturated with benzoic acid at the concentration of 100 γ/ml. Benzoic acid gave no reading in colorimetry.

(a) Calibration of arabinose and galactose. Two orcinol reagents (A and B) were used.

* Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

The data are summarized in Tables 1 and 2. For the orcinol reagent B which was used in (b), it was decided that $(g/r)_{pen}=0.193$ and $(r/g)_{gal}=1.394$. For the reagent A the average of $(g/r)_{pen}=0.192$.

Table 1. Calibration of arabinose.

No.	Orcinol reagent		10	20	30	40	50	60	80	100 γ
1	A	r		0.210	0.291	0.385	0.532	0.659		
		g		0.040	0.059	0.075	0.098	0.123		
		g/r		0.190	0.202	0.195	0.184	0.190		
2	A	r	0.092	0.222		0.420			0.871	
		g		0.042		0.080			0.168	0.192
		g/r		0.189		0.192			0.193	
3	B	r	0.062	0.120	0.181					
		g	0.004	0.012	0.035					
		g/r	(0.065)	(0.100)	0.193					

Table 2. Calibration of galactose.

No.	Orcinol reagent		10	20	30	40	60	100	150	200 γ
1	A	r					0.067	0.105	0.169	0.238
		g					0.048	0.074	0.123	0.151
		r/g					1.395	1.418	1.374	1.576
2	B	r	0.013	0.030	0.055	0.071				
		g	0.015	0.022	0.036	0.055				
		r/g	(0.84)	1.363	1.527	1.291				

(b) Colorimetry of the hydrolyzed sample. The hydrolyzate was obtained by heating hot-water-soluble hemicelluolse with N hydrochloric acid at 100° for 4 hours and was analyzed after neutralization. This sample solution contained 0.4113 mg. per ml. The colorimetric readings are given in Table 3, where the percentages of pentose (as arabinose) and galactose calculated are also given.

Table 3. Colorimetry of hydrolyzed sample.

Sample, γ	41.1	51.4	82.3	123.4	Average
Reading R	0.069	0.098	0.173	0.274	
Reading G	0.039	0.052	0.088	0.148	
Arabinose, %	7.88	11.1	14.2	12.5	11.4
Galactose, %	70.2	72.5	74.5	86.6	75.9

References

(1) S. Kawamura, T. Kobayashi, and M. Ôsima, *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **19**, 69 (1955).
(2) H. G. Albaum and W. W. Umbreit, *J. Biol. Chem.*, **167**, 369 (1947).
(3) H. F. Drury, *Arch. Biochem.*, **19**, 455 (1949).
(4) S. Kawamura and T. Kobayashi, *Japan Analyst*, **3**, 436 (1954).

ペントーズとヘキソーズとを同時に比色定量する方法について

川村信一郎，小林恒夫,* 大島道雄*

ダイズの熱水可溶性ヘミセルローズの研究(1)において少量の試料につきペントーズとヘキソーズを同時に定量する DRURY(3) の方法を試みた．ウロン酸も共存するので思わしい結果は得られなかったが，試料がペントーズとヘキソーズのみを含む場合にはオルシノール反応の呈色を赤と緑につき測定して計算するこの方法は便利である．

* 東京大学農学部農芸化学科

描画によるプロジェクト法の研究 (II)

境田耕治　井川正美

Research on the Projective Technique by Drawing (II)

By Koji SAKAIDA and Masami IGAWA
(Laboratory of Psychology)

(Received September 29, 1954)

緒　論

この研究は，さきに〝描画によるプロジェクト法の研究〟として報告したもの の結果を更に発展させたものである．即ち前回の研究に於いて，性格診断法として現在最も広く行われ，且つ最も有効であるとされているプロジェクテイヴ・テクニイクの一つである "The Most Unpleasant Concept Test" を行い，少なくとも，この方法も亦性格を診断し得る一つの重要な手がかりを与えてくれるものであることを確かめたのであった．しかし現在行われている性格診断の為の方法も，いずれか一つのみで決定的且つ信頼し得る結果を見出し，更に心理的療法に利用することは恐らく不可能であろう．

このような観点から，性格の類型を一応知るために内田・クレペリン精神作業検査や標準性格検査（中学校用・古浦一郎外共著）の結果をも考慮し，又ロールシャッハテストによる性格の診断をも加えて，最もいやな事物の描画によって一つの性格像をえがき出そうとするものである．

特に今回の研究では，前回のテストにおける被験者の反応が，一年を経た今日如何に変化しているか，或は何等の変化ももたらされていないかという点に重点を置きながら，性格診断の試みを続けたものである．

尚被験者は前回と同一の者であって，男子50，女子44．年令満14～16才にわたる中学校生徒に対して実施したものである．テストの手続も同様である．

本　論

このテストを行うに当っては，被験者に於いて，又テストの手続きに於いて前回と全く同一の方法を取った．従って既に同一テストをうけた経験を有するためにテストに対する心構えが出来ていたようである．又実験者の指示に対する理解と着手及び描画中の態度には前回に比較して相当な速さと落ちつきが感ぜられた．

(1) 内容についての比較的考察

先ず最初に最もいやなものの内容について，一回目と今回のテストの結果を比較することから始めよう．内容の分類は前回と同じ規準に則して四つの方向，即ち最も中心的且つ一般的不愉快，内的不愉快，外的不愉快及び拒否もしくは無意味な表現のグループであるが，今回のテストでは第四の拒否又は無意味な反応を示したものが無くなっている．従って今次の分類では三つの方向に分類してある．さて反応した内容は，前回のテストに於いては総数27であるが，今回は19となり，各人の反応内容が一年後の今日相当に変化を来していることが推察されるであろう．それならばそれらの内容の全然別個のもの或は共通するものは果して如何なる関係にあるであろうか．第一表はそれぞれ前後二回のテストに於いて示した反応について，各内容別にその一致度を表わしたものである．数字の示すように，例えば前回に於いて戦争の絵を描いたものが，今回も亦同じ戦争の絵を書いたというように内容上の完全な一致をみているものの数は，そうでないものの数に比して極めて少

い．特に男女共に一般的分野に属する内容を除いてその差は著しいことに気付くであろう．

第一表　二回のテストの各内容別一致度

	不愉快なもの	男 一致	男 不一致	男 計	女 一致	女 不一致	女 計
一般的なもの	【戦争	11	20	31	5	16	21
	【原子爆弾（水爆）	1	18	19	—	16	16
	（死	—	—	—	—	1	1
	（交通事故	—	1	1	—	—	—
	（病気	—	—	—	—	1	1
	（注射	—	—	—	—	1	1
	計	12	39	(51)	5	35	(40)
内的なもの	（ひのたま	—	1	1	—	—	—
	（暴力	—	1	1	—	—	—
	（けんか	—	2	2	—	1	1
	（どろぼう	—	—	—	—	3	3
	（病室	—	1	1	—	—	—
	（曲った線	—	—	—	—	1	1
	【試験	—	2	2	—	3	3
	（勉強	—	1	1	—	—	—
	（習字	—	1	1	—	—	—
	（高跳	—	—	—	—	1	1
	（鉄棒	—	—	—	—	1	1
	（裁縫	—	—	—	—	1	1
	（畳に長く座る	—	—	—	—	1	1
	【農業	—	1	1	1	9	10
	（大根	—	1	1	—	—	—
	((ゆうれい	—	—	—	—	—	—
	((眼のさめている時	—	1	1	—	—	—
	((運動会のポスター	—	1	1	—	—	—
	((大人の世界	—	—	—	—	1	—
	((酒と煙草	—	1	1	—	—	—
	((人間の思想と行動	—	—	—	—	1	—
	計	—	14	(14)	1	24	(25)
外的なもの	【蛇	2	5	7	—	3	3
	（青虫	—	—	—	—	1	1
	【猫	—	1	1	1	1	1
	【火事	—	2	2	—	3	4
	（家庭の不和	—	1	1	—	—	—
	（社会の心のとがったこと	—	—	—	—	1	1
	【台風	—	4	4	—	2	2
	【叱られる	—	1	1	—	2	2
	((ねずみ	—	2	2	—	—	—
	((地震	—	—	—	—	1	1
	((雷	—	1	—	—	—	—
	((梅雨	—	—	—	—	1	1
	計	2	17	(19)	1	15	(16)

不愉快なもの	一致	不一致	計	一致	不一致	計
(無意味	—	1	1	—	—	—
(拒否	—	1	1	—	—	—
計	—	2	(2)	—	—	—

註　(一回目の反応内容　《二回目の　〃　【共通の　〃

しかし上に掲げた表の示す内容間の相違と，それから汲みった意味だけで，第一回と第二回のテストによる性格の診断に関係が見出せないとするのは速断に過ぎるであろう．何故ならば，これらは個々の内容間の相違に過ぎないのであって，大きなグループの間の関係が先決の問題として残されているからである．そこでこの問題の解決に入る為に，更に大きな四つの分類間の相違を確かめることにする．

第二表　一回目から二回目への方向の変化

一回目 ＼ 二回目		一般的なもの	内的のもの	外的のもの	無意味拒否	合計
一般的なもの	男	19	10	2		
	女	9	2	1		
		(28)	(12)	(3)	—	(43)
内的なもの	男	7	3	3		
	女	15	4	3		
		(22)	(7)	(6)	—	(35)
外的なもの	男	1	3	—		
	女	9	1	—		
		(10)	(4)	—	—	(14)
無意味拒否	男	2	2	—		
	女	—	—	—		
		(2)	(2)	—	—	(2)
合計		(62)	(23)	(9)	—	(94)

第二表は，一回目のテストに於ける個々の反応内容が，二回目に於いてもその同じ分野に属するか，或は他の何れかに変ったかを示すものである．特に興味深いことは，前回に於いて一般的及び外的なものを不愉快として描画したものは，今回に於いても大体その何れかに属する傾向のあることである．このことは一般的及び外的分野のものは共通する性格的要素を持っていることを示すものではなかろうか．又第一回目に拒否及び無意味な描画をなしたものは，今回は一般的分野に属する描画をして居り，これらは第一回目のテスト時に於ける何等かの心理的圧迫を示すものであろう．

第三表は，本テストに於いて描画したものを三つの方向に分類し，更に内田・クレペリン精神作業検査による性格分類別にまとめたものである．

第三表　不愉快なものと性格反応型

	反応型 ＼ 不愉快なもの	男 常態	男 躁鬱型	男 偏執型	男 緊張型	男 抑鬱型	男 逃避型	男 不安型	男 退行型	男 計	女 常態	女 躁鬱型	女 偏執型	女 緊張型	女 抑鬱型	女 逃避型	女 不安型	女 退行型	女 計
一般的なもの	戦争	3	1	2	—	3	1	1	—	11	7	1	—	2	3	—	—	1	14
	原爆(水爆)	6	4	1	1	6	—	—	—	18	8	2	1	—	6	—	1	1	19
	(計)	9	5	3	1	9	1	1	—	(29)	15	3	1	2	9	—	1	2	(33)
内的なもの	ゆうれい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
	眼のさめている時	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	試験	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	農業	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
	運動会のポスター書き	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	大人の世界	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	酒とタバコ	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	人間の思想と行動	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	計	3	1	—	—	—	—	—	—	(4)	2	1	—	—	—	—	—	1	(4)
外的なもの	蛇	1	3	—	1	3	—	—	—	8	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	猫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	ねずみ	1	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	雷	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	叱られる事	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	梅雨	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
	台風	2	—	2	—	—	—	—	—	4	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	火事	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	2
	地震	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	(計)	4	4	2	1	5	—	—	1	(17)	5	1	—	—	1	—	—	—	(7)

(2) 描画と性格

本テストに於いて正常人と異った描画をなしたものが，必ず性格異常者或はそれに近いものであるとは言えないが，少くともあらゆる角度から検討して，特異な表現をなしているものについては一応ロールシヤッハテスト・性格検査を行ってみた．個々の診断の結果についての委細は次の機会に譲ることにして，次に代表的な絵の二三を掲げることにする．(fig. 1）は抑鬱型と思われる者の「ねずみ」の絵である．(fig. 2）は正常な者の「ねずみ」の表現であって，比較上の意味であげておいた．(fig. 3）は偏執型の者の「戦い」の表現であり，(fig. 4）は正常なものの「人間の思想と行動」を表わした絵である．「原子爆弾（水素爆弾)」を描いたものの躁鬱及び抑鬱傾向の例は (fig. 5, 6) に示す通りである．又同じく「蛇」の絵は (fig. 7. 8) に掲げておいた．

結　　論

紙面に表現された絵をみることによって，その個人の性格像を描き出すことは極めて興味深い問題である．然しながら最も不愉快なものの描画と性格との関係を洞察するには，その表現するものの内容は勿論，描く方向・圧力・形態・用いる線の長短及び太さ・紙面の使用部位・面積・描く順序等，或は全体又は部分を通してみられるリズム等のすべてにわたって細心の注意と観察が必要であり，又高度の熟練を要するものである．このテストは，他の性格診断法と同じく，それ自身の結果に加うるに，より多くの他の性格テストの援助を得ることによって，更に確かな効果を挙げ得るであろう．本研究では，特にロールシヤッハテストによる性格診断の結果と，我々が抽出した描画

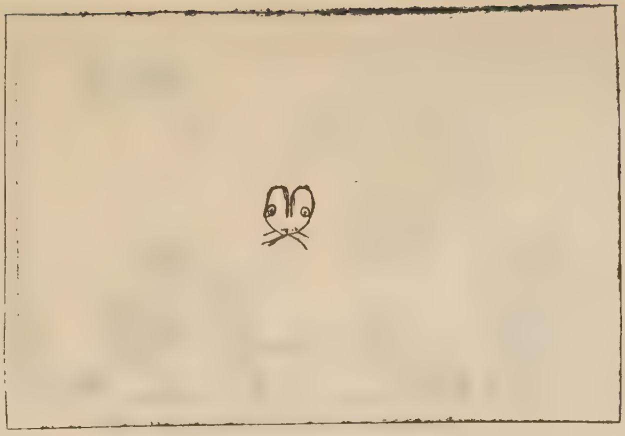


Fig. 1. 男 16才1ケ月 IQ 64 抑鬱型（ねずみ）

Fig. 2. 男 15才1ケ月 IQ 107 常態（ねずみ）

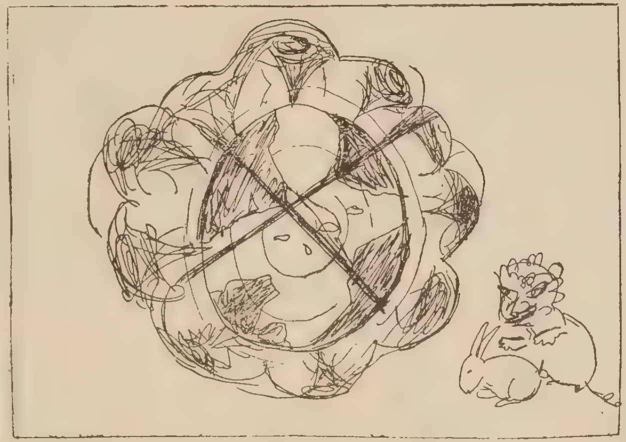


Fig. 3. 男 15才6ケ月 IQ 114 偏執型（たたかい）

Fig. 4. 女 14才11ケ月 IQ 124 常態（人間の思想と行動）

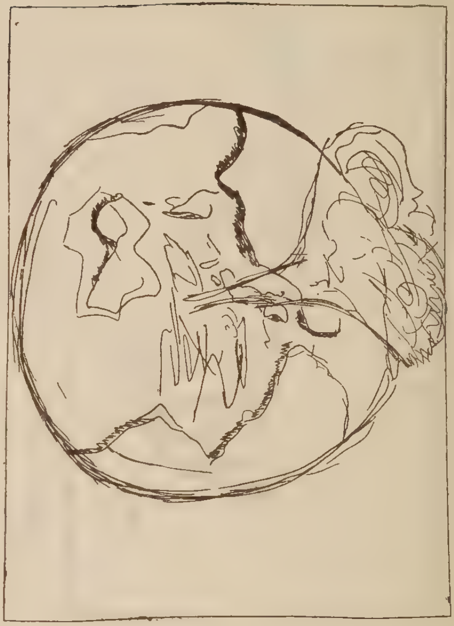


Fig.5. 女 15才6ヶ月 IQ 132 躁鬱型（水素爆弾）

Fig.6. 女 14才7ヶ月 IQ 82 抑鬱型（原子爆弾）

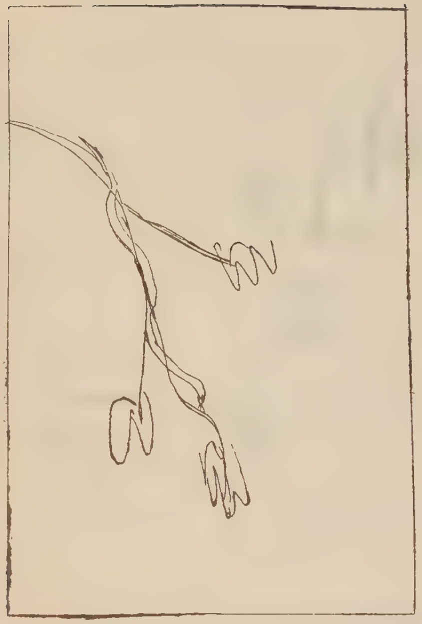


Fig.7. 男 15才4ヶ月 IQ 140 躁鬱型（蛇）

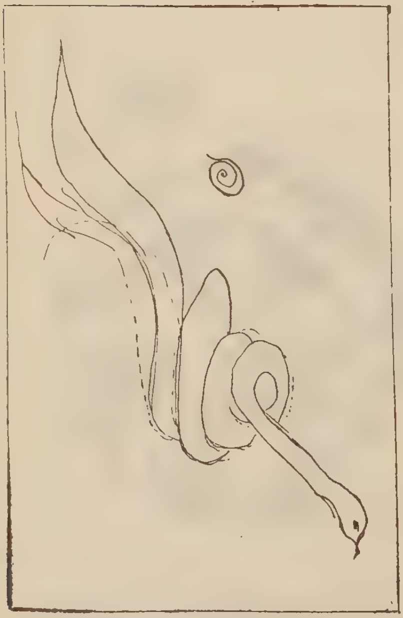


Fig.8. 男 15才1ヶ月 IQ 102 抑鬱型（蛇）

による診断との間に高度の一致と共通点が見られたが，紙面も許さないために，今回はその中間報告の域を出でず，従ってその詳細にわたつての報告は次回に俟つことにした．唯最後に予想されることは，このテストが黒い線による描画のみでなく，同時に色彩を加えた場合，より一層正確な性格診断が可能ではないかということである．

参 考 文 献

Harrower, M. R. : The Most Unpleasant Concept Test. (Journal of Clinical Psychology, July, 1950)

Ferguson : Personality Measurement.

Bell, J. E. : Projective Technique.

大伴 茂 : 実験児童心理学

児童研究会編 : 児童画の見方と指導

本明 寛 : 性格診断法（心理学講座）

児玉 省 : 性格診断法（心理学講座）

塩入円祐 : 異常人格（心理学講座）

内田勇三郎 : 実用クレペリン内田作業素質検査法手引

本明 寛 : 臨床的精神診断法解説

桐原葆見 : 精神測定

Résumé

In the preceding paper, we reported the results of the first attempt of "The Most Unpleasant Concept Test."

This research is the second attempt by the same procedure and to the same subjects.

In comparison with the last classification, three directions of reactions such as central, within and outward directions showed similar results, but we could not find out evasion or failure as another direction. The data of analysis are summarized in tables 1, 2 and 3.

In many cases, the drawings which are most interesting and have diagnostic value belong to the direction within. The illustrations show such representative cases.

水田裏作の経営経済的研究　(第1報)

── 水田裏作における「水」の制約作用について(2) ──

森　　和　　男

Economic studies on the double-cropping in the paddy-field. (Part I)

On the restrictive effect of "water" on the double-cropping in the paddy-field

By Kazuo MORI

(Received August 13, 1954)

目　　次

第1節　課　　題……………………

第2節　水田裏作を制約する諸要因……………
　　—特殊制約要因の抽出—

第3節　経営的にみたる裏作一般の制約機構について……………………………………
　　—考察方法の検討—

第4節　水田裏作の相対的有利性に及ぼす「水」の影響について……………………………
　第1項　裏作物の収益性に及ぼす水の影響について(以上第5巻第3号)………………
　第2項　表作物と裏作物との経営要素の利用共同関係に及ぼす水の影響について(以下本号)………………………………

第5節　結　　論……………………………

第二項　表作物と裏作物との経営要素の利用共同関係に及ぼす水の影響について

次に水田裏作における特殊要因としての水が表作（稲作）との関連においてみた場合，表作物と裏作物との経営要素用役の利用共同関係を通して，いかようなかたちで水田裏作を制約しているかについて考察を進めよう．

1．土地利用共同関係について

二毛作における表作物と裏作物との土地利用共同の関係には，大別して次の二つの側面が考えられるであろう．(註1)即ち，その一つは表作物と裏作物との在圃時期及び期間にかかわる土地の相互的利用関係，換言すれば土地の時間的・空間的利用における共同関係であり，他の一つは土地の豊沃性の利用における相互関係，換言すれば地力利用における共同関係である．

まず第一の関係について．

作物が気温や日照時間や降水量特に積雪等の気象要素の影響によって，その生活期間を異にしてくると云うことは云うまでもなく，本邦の東北部に進むほど表作物稲と裏作物麦との在圃期間の接触重合が著しくなってくることは，第4表にみられる如くである．(註2)

ところで，かかる作物の在圃期間の接触重合がある場合，これを同一圃場に結合作付けして多毛作化をはからんとするならば，在圃期間の短かい品種を選択するとか，いづれかの作物の早刈り，早掘りとか，播種・植付の遅延による在圃期間のくりさげとか，若しくは一時的間作形式をとることによって重合を廻避することが必要となるであろう．

従って問題は，水田裏作においてこのような方法による作付集積を畑の場合と同じようになし得るであろうか，と云うこと．水田裏作における水の介在は，この間にあってどのような影響を与えるかということになるであろう．

第4表　地域別にみたる水稲と麦の在圃期間の接触重合関係

府県名	水稲移植期	収穫期 大麦(裸麦)	収穫期 小麦	収穫期 菜種	収穫期 馬鈴薯	水稲収穫期	播種(移植)期 大麦(裸麦)	播種(移植)期 小麦	播種(移植)期 菜種(移植期)	播種(移植)期 馬鈴薯
	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
青森	6.15 (陸羽132号)		7.25 (フルツ1号)		8. 5 (男爵)	10. 5		9.30		4.25
宮城	6. 1 (福坊主1号)	6.25 (宮城12号)	7. 3 (農林16号)		8. 1 (男爵)	10.20	10.25	10.20		4. 1
山形	6. 5 (福坊主)	6.15 (会津4号)	6.25 (農林17号)		8. 5 (男爵)	9.30	9.30	9.30		4.20
福島	6.10 (陸羽132号)	6.20 (関取)	6.30 (農林50号)	6.20 (農林10号)	7.30 (男爵)	10.10	10.20	10.10	(11.1)	4. 5
富山	5.30 (新石白)	6.10 (会津4号)	6.25 (農林24号)		6.30 (男爵)	9.27	10.10	10. 5		4. 3
福井	6. 1 (福井銀坊主)	6.10 (気高六角)	6.20 (西村)	6.10 (農林13号)	6.15 (男爵)	10.12	10.15	10.20	(10下～11上)	3.15
島根	6.20 (農林6号)	6. 1 (早木曽)	6.12 (農林25号)			10.15	11. 5	11. 5		
栃木	6.20～6.30 (農林10号)	5下～6上 (関取1号)	6中 (農林50号)			10中	10下	10下～11下		
神奈川	6.25頃 (農林8号)		6.15頃 (農林50号)			11.1頃		14.10頃		
長野	7.1 (農林17号)	6.25 (備前早生)	6.30 (伊賀筑後 オレゴン)		7中 (男爵)	10.15	10.20	10.20		4上
岐阜	6.25 (美濃里)	6.5 (谷風106号)	6.12 (農林26号)			11. 5	11. 5	11.10		
愛知	6.30 (愛知旭)	6.1 (横綱)	6.14 (農林53号)	6.14～6.18 (農林9号)	6.20 (紅丸)	11.10	11.12	11.20	12.1～12.5	3.15
大阪	6.25 (大阪旭1号)	(6.1) (大阪奴52号)			6.20 (男爵)	11.10	(11.15)			3.15
岡山	6.20 (旭)	北部 (6.10) (早生坊主)	6.20 (農林52号)		5上 (男爵)	11.10	北部 (10.20)	11.15		3.25～4.5
徳島	6.25 (徳島晩稲1号)	(6上) (徳島白麦)	6.3～6.12 (農林52号)		6.10～6.20 (男爵)	11.10	(11上)	11.3～11.20		12.10～2.30
佐賀	6.30 (神山)	(5.28頃) (栄城裸)	5.31頃 (農林20号)			10.30	(12.1頃)	12.15頃		
鹿児島	6.30 (農林18号)	(5.30) (鎌折1号)	5.27 (江島神力)	5.15 (伊勢黒)		10.25	(12. 5)	12. 5	12. 5	
高知	5.20 (農林6号)	(5.27日頃) (赤神力)	5.27頃 (農林20号)			9.20	(11.20頃)	11.20頃		

〔表註〕(1) 本表は昭和22年12月末日現在をもって，全国都道府県農業試験場より報告をうけたものを整理した「全国都道府県別耕種概要資料」(農林省農業改良局研究部，昭和25年8月31日刊) の中「代表作物品種別の栽培季節．反収．作付比率」表より作付比率の最大なるものを抽出表示したものである．

これを結論的に云えば，水田裏作における水の介在は水田に対する作付集積を畑の場合に比してより困難にしていると云えよう．即ち水田裏作における水の介在は一時的間作形式による作付集積を困難とすること，従ってこの場合には作物の在圃期間の移動を必要とするが，これがまた在圃期移動に伴う減収その他の経済的要因によって制限されると共に用水事情によっても亦大きく影響を受けるからである．

第5表　岩手県南部平坦地帯の代表的作物の在圃期間

	作物名	品　　種	播種月日	移植月日	収穫月日	反当収量
			月日 月日			石
岩手南部平坦地方	水　稲	陸羽132号	4.10～4.20 (4.20～4.25)	5月下旬～6月上旬 (6.25～6.30)	10月上旬 (10.25～10.30)	2.20
	大　麦	岩手大麦30号 (水田裏作用)	10.10 (9.25～10.10)		7.1 (7.1)	2.50
	大　豆	東　吉	5.30 (5.20～5.30)		10.10 (10.7～10.15)	1.10
	馬鈴薯	男　爵	4.20		7.25	貫 350
	甘　藷	岩手2号		5.30	10.20	290
	大　麦	岩手メンシュアリ2号	10.10 (9.25～10.10)		7.3 (6.28～7.5)	石 3.00
	小　麦	農林10号	10.5 (9.20～10.10)		7.8 (7.5～7.8)	1.90

〔表註〕 (1) 本表は「全国都道府県別耕種概要資料」（農林省農業改良局研究部昭和25年8月31日刊） P，7～14の岩手県の部より作表した．

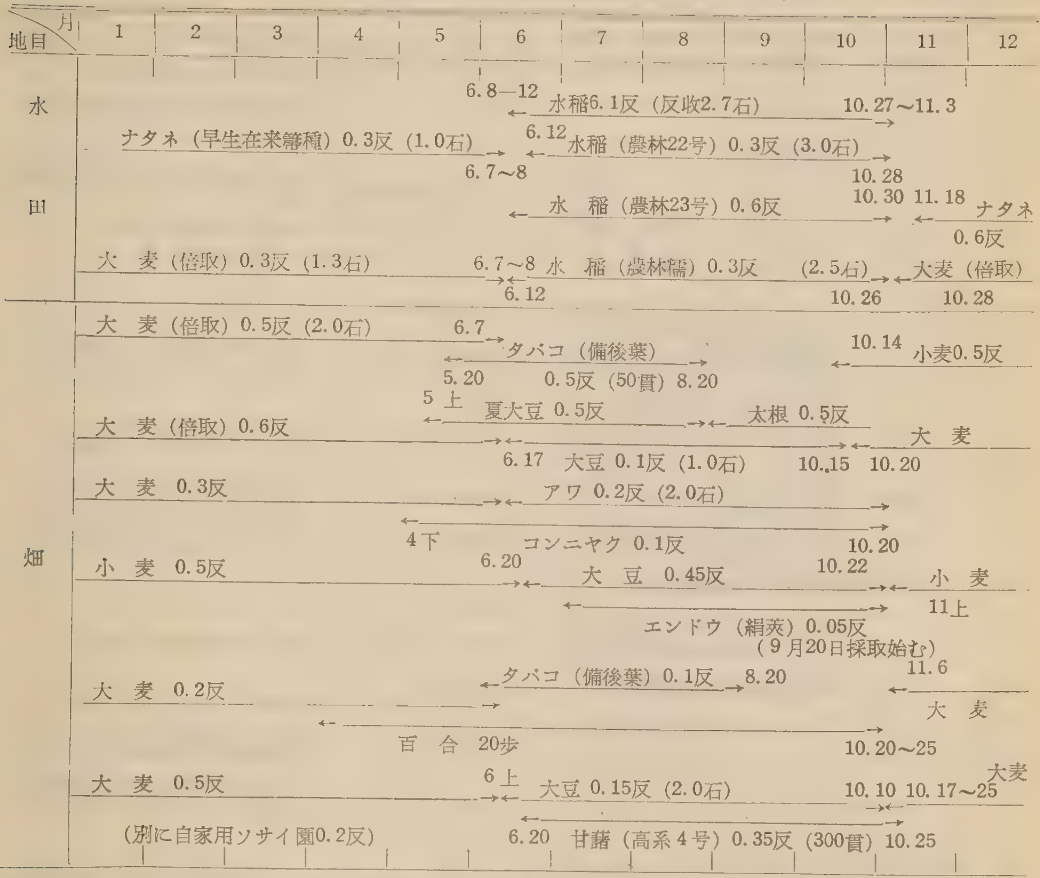
(2) 本表における上段の月日は，当該地方における一般的な「代表作物品種別の栽培季節・反収」を示したものであり，下段（　）内の月日は，輪栽せる場合の作業期間の幅を示したものである．

以下若干の事例についてこの点をみよう．第5表は裏作の限界地帯に属する岩手県南部平坦地帯における代表的な作物の在圃期間を示したものである．

ところで本表において注目されるのは，岩手南部平坦地方においては，稲と大麦も，大豆と大麦もともに在圃期間の重合がみられるのであるが，この場合水田裏作においては麦の前作稲を早く収穫し，麦の品種を若干早熟の品種にかえ，稲を晩植することによって，早稲—大麦—晩植稲—休閑と云う2年3毛作の形でわずかに成立している（昭和26年における岩手県の裏作麦類の作付面積は360.1町で総水田面積の0.58%）（註3）のに対して，畑においては，麦，大豆の各々を一時的間作とすることによって，大豆—大麦—大豆………の1年2毛作が成立していることである．また同じく西日本における水田裏作の限界圏をなしている広島県山間部に属する同県神石郡高蓋村の一調査農家における作付事例を示すと第2図のようであって，水田裏作としては在圃期間の重合の少ない大麦・ナタネが小面積宛作られているに過ぎないのに対して，畑作においては在圃期間が完全に重合するタバコ・夏大豆・コンニヤク・百合などが一時的間作形式をとることによって麦作と結合作付けられ，1年2毛作として作付集積が行われていることである．（註4）

しかしてこのことは，畑作の場合においては夏作物も冬作物も，ともに同じ畑作物であって，一貫した乾土耕作であるために，一時的間作形式によって在圃期の重合を克服することができることを示している．さらに煙草に対する麦作の如きは防寒・防風に役立つ保護作物（nurse crop）としての役割をも果している意味において，冬作物と夏作物の一部は補完関係を示しつつ，面積利用共同から出発することによって土地の時間的利用共同を実現しているのである．しかもこのことはま

第2図　広島県山間部，高蓋村の一調査農家の作付事例



〔表註〕本表は「広島県山間部における水田裏作の研究」86頁農家Bの事例である．なお収量は総べて反当収量を示す．

た畑においては在圃時期及び期間を異にする多くの畑作物を任意に組み合わせる可能性が大きいこと，従って夏作物（表作物）と冬作物（裏作物）との交替期を概して広い範囲において選択することが出来易いことを示している．

これに対して水田裏作では，湛水耕作を行う水稲が表作物として固定している限り，畑作物たる裏作から表作への推移は，乾土耕作から湛水耕作への転換であると云う意味で，畑の場合にみられるような一時的間作形式による作付集積を行うことが不可能であり，作付集積のためには在圃期の移動そのものを必要とすることになるのである．ここに在圃期の移動に伴う減収の問題が特に重大となるとともに，限られた短期間のうちに乾土状態から湛水状態へと，水田の状態を急速に転換するために要する労働の集中と水利関係がまた問題となるのである．

かかる事情を上掲の岩手県の事例についてみてみよう．第6表は水稲，大麦，大豆，稗の播種期乃至移植期別の収量及び前後作に及ぼす影響を示したものである．本表によれば畑における大豆―麦―大豆の1年2毛作は，一時的間作形式をとることによってともに両者の適期播種が可能にされている。これによる悪影響としては，大麦播種の最適期の9月25日に大豆の間に麦を播いた場合に「麦の生育に障あり」とされている程度である．これに対して，水田裏作における水稲と大麦の関係にあっては，裏作麦の適期播種を確保し，しかも「表作水稲挿秧期に障が軽度」であるようにするためには，大麦を9月25日播とする必要があり，またそのためには「前作水稲は早生を

第6表　播種期・移植期別収量と前後作物に及ぼす影響

	播種期(移植期)	播種期の相異と前作物の収穫期との関係	反収(石)	品質	収穫期の相異と後作物の播種期との関係
水稲(昭、七)	月 日 6. 1	前作麦生育中	石 3.377		後作麦10.10以前に播種可能
	6.11	前作麦生育中	3.539		同　上
	6.21	前作麦成熟中	3.152	出穂期遅延	後作麦の播種は水稲早生種なれば可能
	7. 1	前作麦刈取．水稲薄播．仮植挿秧可能	2.417	青米多く不良	後作麦の播種は不可能
	挿秧の適期6月10日				
大麦(昭、一九)	9.25	後作水稲は早生を選ぶ，畑作前作物移に影響なし，前作大豆にも影響なし，但し麦の生育に障がある．	1.853	良　好	表作水稲挿秧期に障が軽度 畑後作大豆の播種に障なし
	10.10	後作水稲は中生を選ぶ，前作移に影響なし，前作大豆にも影響なし，但し麦の生育に障がある	1.271	稍　良	表作水稲の挿秧に障稍多い 後作大豆の播種に障が軽度
	10.20	後作水稲は中生を選ぶ，畑の前作物に影響なし	1.180	不　良	表作水稲の挿秧に障が多い 畑作大豆の播種に障が多い
	10.30	前作水稲に中晩生を選ぶ，畑の前作物に影響なし	0.665	不　良	表作水稲の挿秧に障が甚だ多い 畑作大豆の播種に障が甚だ多い
	播種の適期は10月10日を限度とす				
大豆(明三五—三七)	5.20	前作麦の収穫期に影響なし，但大豆間作を延し大豆生育に障があり	0.724	大差なし	後作麦の播種期に影響なし
	5.30	前作麦の収穫期に影響なし	0.907	同　上	同　上
	6.10	同　上	0.737	同　上	後作麦の播種期を稍や延す．麦の適季播種は間作期間を長くする
	6.20	同　上	0.767	同　上	後作麦の播種期を延し障が多い，麦の適季播種は間作期間を甚だ長くする
	適期播種は5月30日				
移(昭、八)(九戸分場)	5. 1	無関係(休閑後播種)	2.748	大差なし	移の収穫は9月20日頃，後作麦の播種に影響なし
	5.11	同　上	2.814	同　上	同　上
	5.21	同　上	2.952	同　上	同　上
	適季播種は5月15日				

〔表註〕 (1) 本表の出所は第4表と同じである．
(2) 「播種期の相異と前作物の収穫期との関係」欄における「後作」とあるのは，項目みだしや，その他の関係から考えて「前作………」の誤りでないかと思われる．

選ぶ」ことが要請されるのである．他方水稲を前作麦刈取後植えるためには，大麦の刈取期が7月前後になる関係から跡作稲の移植期は，田植適期（6月10日）をおくれること約20日に及ぶことになり，これによって本表に関する限り適期植えに比して1.122石の減収になる勘定である．(註5) しかもこの時期の田植えでは「後作麦の播種は不可能」になり，稲収穫後は休閑とされざるを得ないことを示している．かくてこの地方において水田裏作に麦をとり入れるためには早稲—大麦—晩植稲—休閑の2年3毛作の形をとらねばならないのであり，しかも田植遅延による減収の危険とともに，「既に挿秧の適季を失する」ので「刈取・整地を急ぎ」さらに晩植による減収を防がんがための「特殊育苗（乃ち苗代播種量を坪に約1合とし薄播にするか，或は苗代播種量を約2合とし6月上・中旬に一旦苗代に仮植する）を行う」(註6)必要があるとされているのであって，この地方にみ

られる自然変動による冷害の危険性と相まって，水田裏作が相対的に強く制約されざるを得ない事情が窺えるのである．

しかも水稲栽培における水の役割は重大であるから，在圃期の移動そのものも水利条件に支配されていると云わなければならないのであって，この意味においても亦水田における作付集積の可能性は，用水事情の如何や水利慣行など水によって規制されると云えるのである．たとえば用水の不足する地域において，田植水を天水によって補足するためには，冬季休閑としないまでも裏作を早くきりあげて降雨や用水を田面に溜め，田植えに備えなければならない．また水利慣行が田植期日を規制する場合には，在圃期の移動そのものが困難となる意味において裏作は制約されるであろう．(註7)

第7表 岩手県における田畑別・作物別秋冬作面積（町）

	田	畑
	町	
大麦	771.8	12,489.2
裸麦	20.1	608.1
小麦	15.8	13,315.7
燕麦	—	283.0
菜種	219.4	112.0
大根	—	2,159.0
カブラ	—	225.8
ニンジン	—	237.6
ゴボウ	—	178.4
結球白菜	—	709.8
漬菜類	—	377.3
甘藍	—	631.3
ホーレン草	—	99.0
ネギ	—	213.2
タマネギ	—	55.1
エンドウ	—	44.8
ソラマメ	—	3.8
コンニヤクイモ	—	1.5
大麻	—	614.7
苧麻	—	3.1
緑肥用作物	2.886.2	344.0
飼料用作物	90.2	863.4
春植馬鈴薯	—	3,525.0
煙草	—	1,603.7
稲苗代	3,152.8	—
その他	0.7	53.1
	%	%
秋冬期の利用率	16	64

〔表註〕 本表は昭和20年2月1日調査「秋冬作綜合作付調査結果表」(農産統計月報第77号昭和20年6月)による

かくて水田裏作における水の介在と水利条件の不安定性は，水田の間作的利用共同を不可能とし，また在圃期の移動をも困難とすることを通して，稲の在圃期，特に田植期を固定し時間的利用共同をも極めて窮屈なものとして，水田における作付の集積を制約することになるのである．

なお，かくの如き水の制約による稲の在圃期の固定と作物交替に伴う土壌状態の完全なる転換の必要は，土壌湿度の高い水田土壌の一般的条件と相まって，水稲と結合作付けし得る作物の種類を著しく制限して，技術的並びに経済的に作付けし得る作物の種類を極めて限られたものとする．かくして水田裏作は畑作物を作りながら畑作のもつ作物選択の豊富と云う条件をなくしてしまうのである．第7表は昭和20年度岩手県において秋冬期に作付けられた作物の種類及び面積を田・畑別に表示したものであるが，本表中の「その他」を除いてみる場合，畑の24種目に対して水田では7種目に過ぎず，しかもその大部分が稲苗代及び稲作と在圃期間の重合しない緑肥用作物となっている．そしてこのような傾向は，全国統計においてもみられるのである．(註8) しかして，このように水田裏作として栽培される作物の種類が畑のそれに比して少ないと云うことは，逆にまた当然在圃期間を異にする作物を組み合わすことによって，表作物と裏作物との交替期を分散する余地を少なくすることを意味するものにほかならないのであり，作物の選択結合による労働配分の調整を困難とし，労働所要の集中を来たさざるを得ないと云わなければならない．

次に土地利用共同関係の第2の側面，即ち土地の豊沃性条件に対する利用共同関係における水の影響についてみよう．

およそ湛水耕作が行われる水田においては，水の作用によって所謂忌地現象の発現が畑の場合に比して著しく抑制され，また灌漑水は湛水下における水田土壌中の燐酸を有効化し，その他の植物養分の天然供給量の増加に資し，土壌侵蝕を防止するなど，水は水田土壌の豊沃性条件の維持に役

立っているが．さらに一般的に云って湿潤にしてかつ粘性の高い水田土壌においては，屢々排水して乾土状態にすることは所謂乾土効果を発揮するばかりでなく，水草や病虫害防圧の効果をも期待しうるであろう．この意味において，裏作の導入は，たとえ稲と同じ禾本科の麦が作付けられるにしても，一般的に云って麦の管理の極めて集約なる我国の事情と相まって，水田土壌の物理的•化学的•生物学的性状の改善に役立つものであり，(註9)「水稲反当収量の年次的動揺を少なくするから，裏作はそのためにも望ましいところである」(註10)とさえ云いうるのである．かくて水田土壌における豊沃性条件の維持乃至利用という点では，水田裏作における水の介在は，稲作の増収条件の整備と云う面で，むしろ裏作を促進するかの如くみられる．しかしここで注意しなければならないことは，このことが水田における地力維持的輪作に対する考慮を技術的にも軽からしめ，我国における社会•経済的な諸事情や，上述した作物選択の余地の少ないことなどと相まって一層裏作物を単純化し，米—麦式の如き作付方式に一面化しやすいと考えられることである．この点畑作においては地力維持の上からも，輪作的作付けに対してより強い関心を持たざるを得ないだけに，作物種類の豊富と相まって作物の多面的な組み合わせの可能性乃至必然性を高めると云えるであろう．(註11)

かくして水田裏作における作物の単純化と作付方式の一面化が一段と促進されると考えられる．

2．土地利用手段共同の関係について

以上の考察において，水田裏作は稲作の圧倒的優越性を背景とし，乾土耕作と湛水耕作との結合として成立するが故に水の介在を必須とし，そのことがまた表作と裏作との転換期の固定と時期的集中をもたらすと云う傾向を畑作の場合に比してより強くすることを知ったのである．

ところでおよそ作物の交替期には，栽培総労働中で大きな割合を占める収穫調製労働や耕起作付労働の投下を必要とするものであるだけに．水田裏作における作物交替期の短期間内における固定と集中は，交替期における労働所要の著しい増大をもたらして，所謂春•秋の農繁期を形成し，農家の経営内部における労働配分関係を悪化する．その結果として急速なる作業進行の要請は，労働能率増大手段としての役畜や農機具の整備とか，或は雇傭労働の雇い入れを必要ならしめるであろう．一般的に限界地裏作推進上の鍵として役畜や自動耕耘機その他の農機具の整備が挙げられる所以である．(註12)

このように作物交替期の労働利用における激しい競合が，自家労働利用の限度を越え，雇傭労働の導入や新たな労働手段の装備を必要とするならば，現金支出という形の二毛作経営費の増加を伴うばかりでなく，家族労働利用を通して競合する養畜•畑作•兼副業等の各経営部門との関連において考えられる家族労働の機会費（opportunity cost）をも高める結果となり，水田裏作物乃至二毛作の綜合生産費用を著しく高める結果，前述した関係式における二毛作経営費（C_2）を増大して水田裏作の相対的有利性を低下することになるであろう．

なお，この場合水田耕作における諸作業の能率は，水田土壌の性質とともに，用水量の多少によってもかなりの相異をもつものであるから，ここでも亦水は水田裏作の相対的有利性に若干の影響を及ぼすことになるのである．

これに対して畑作においては，前述したように一時的間作形式をとることができ，或は作物交替期に若干の幅をもたせることができるので，労力の配分調整に有利な条件をもっていると云えるであろう．もっとも実情としては，一時的間作形式をとると，作業上，仕事が繁雑になり，かえって総労働を多く要する結果となったり，また煙草と前作麦とが補完関係にあるとみられる場合でも，その関係たるや煙草生育初期の過程においてであって，ある時期を過ぎた後にはかえって競合関係を示し，煙草にとっては麦の可及的早刈りをさえ必要とする．また間作形態をとることによって出来難かった土寄せその他の管理作業を一日も早く行うことが必要であるなど，麦刈後の作業は迅速

なることを要するので，この作業が田植期などと重合する場合には，労力配分上の制約となってくるようなことも無視できないであろう．しかし農繁期における各作物部門がもつ労力的な不足は，水田裏作物を含めて各作物部門乃至経営部門の挙げうる収益と機会費との関係乃至労働生産力の相対的大いさにかかわる相対的労力不足の問題にほかならない．限界地帯における水田裏作の制約理由として，屢々「労力不足」が最も大きく現われるのは，（註13）水田裏作の導入が農閑期における遊休経営要素用役の利用に役立つ面をもつとはいえ，農繁期労働の利用において他の経営部門と激しく競合せざるを得ず，しかも自らの低収益性がこの時期における高いオポチュニティコストを負担し得ないからにほかならない．

(3)　生産物利用共同の関係について

生産物利用共同関係に対する水の影響は，上述した経営要素利用共同の二側面におけるように明確には認められない．ただ限界地帯の水田裏作の場合には麦作などの収穫がおくれて，一毛田の稲と裏作田の麦などが共在する形となり，裏作麦が周囲からの滲水の影響で完熟しない場合が少なくない．この場合には当然麦の品質は不良となり，食用として劣る為，一方に品質の良い畑麦の生産がある場合などには，特に有利な利用部門として家畜飼養部門の存在が水田裏作の成立に若干の意義をもちうることを指摘し得るであろう．

なお上述したような水の介在と云うことから麦その他の採実作物の導入が困難である場合，肥料作物或は飼料作物としての緑肥或は青刈作物の裏作導入が今後の裏作展開に重要となるが，この場合にも亦経営内部における生産物間の代替関係との関連において生産物の利用共同関係が重要となるであろう．

〔註1〕 松沢盛茂氏は土地用役の利用共同関係として，地力利用共同，面積利用共同に対する第3の土地利用共同，即ち所謂時間の利用共同を指摘し「多毛作の目さす所は時間の利用共同」であり「所与の植物生育期間を寸時も余すことなく利用せんとする所に発する土地利用共同の一面である」として多毛作の概念を定立している．（松沢盛茂：農業経営理論と多毛作の概念，農業経済研究，第25巻第1号19頁）

しかし本稿においては，面積利用共同にあげられている間・混作は，多分に土地の時間的利用共同実現のための手段として行われる場合が多く，両者を厳密に区別することは行論上不便でもあるので，地力利用共同が土地利用における補完的（complementary）な関係であるのに対して，時間の利用共同及び面積利用共同は，ともに土地用役利用における補合的（supplementary）な関係であると云う意味で，便宜上時間の利用共同と面積の利用共同関係を統合して，土地の時間的・空間的利用共同関係とした．

〔註2〕 自然条件によって作物の生活日数が左右されることは実験的にも明かである．たとえばビール用大麦ゴールデンメロン種による実験成績によれば，その生活日数は，九州においては180日なるに対し，東奥では218日となっており，九州に比して38日間の在圃期間の延長がみられるわけである．（岩槻信治：立松鑑一郎：麦作実際論　P．73　養賢堂　昭和19年5月5日刊）もっとも現実においては，地域によって稲や麦の生育期間の長さを支配する基本栄養生長性，感光性，感温性の大きさを異にする品種が栽培されている．たとえば東北その他の高緯度低温地方ほど，稲については感光性の高い品種が，麦については秋播性の高い品種が栽培されている如きである．しかしかかる品種選択の動向は，それ自体低温地方がもつ自然条件に対する適応乃至自然的制約の克服過程を示すものであるが，このことは反面耕種技術上米麦ともに早植・早播が一層要請されることになり，春秋における季節的接触重合の関係に変化を及ぼしており水田裏作展開の上から注目に値いする．なおこれ等の点については松尾孝嶺：品種改良の目標（農業及園芸，23巻1号10〜11頁）参照

〔註3〕 山本健吾：水田裏作の栽培（農林協会，昭和27年3月刊）11頁の第2表参照

〔註4〕 なおこの点については，森和男・菊地泰次：広島県山間部における水田裏作の研究（京都大学農学部農林経済研究室，農村経済調査彙報第15号，昭和28年2月）85頁以下を参照されたい．

〔註5〕 なおこの場合の減収問題の意義は，水田二毛作の一毛作に対する相対的有利性というものが，裏作導入による裏作物自体の純収益増加額が，少なくとも表作において生ずる純収益の減少額を補って余りあるや

の問題として考えられる以上，それは単なる物量上の問題ではなく，結合される表作物と裏作物との間における相対的な価格関係(所謂比価)によっても亦大きく影響されることに注意しなければならない．また実際の農家においては，田植期遅延の程度により，或は前作としての裏作物の種類によって水稲の減収が予想される場合には，むしろ施肥量の手加減とか，育苗法の変更，薬剤撒布その他の管理様式をかえることによって稲作収量を維持しようとする場合が多い．換言すれば稲作に対する input を増加して output を維持しようとする場合が多い．即ちこの場合には粗収益の減少という問題でなくして，二毛作経営費の増大による二毛作純収益の相対的低下と云うことになろう．しかし現実における二毛作純収益への影響は上の両者の中間的な形をとることが多いとみられる．この点については別稿において論ずるであろう，当面の例解としては森和男・菊地泰次:前掲書　143頁，136～141頁参照

〔註6〕 本文「 」内の引用文は，すべて農林省農業改良局研究部:全国都道府県別耕種概要資料（昭和25年8月）P. 12による

〔註7〕 なお農村には，水利慣行と共に田植作業等については伝統的な協同作業や田植遅延者に対する部落民の「手伝い」慣行などがあって，田植期を規制される場合が少なくない，かかる事情については森・菊地：前掲書46頁参照

〔註8〕 細野重雄:前掲論文118頁参照

〔註9〕 月川雄次郎氏は九州の輪作について論じ，「水田裏作は多くは高畦栽培であるから，土壌の風化をよくし，中耕・土入等の管理も充分に行われるから，土壌の物理的性質を改良する．それで麦作跡の稲は整地を丁寧に行う必要がない．即ち麦はアメリカの中耕作物に類する作物である．」と述べている．月川雄次郎：西日本畑作地帯の経営(岩片磯雄編，農業経営新講) 284頁参照

〔註10〕 細野重雄:上掲論文133頁

〔註11〕 昭和22年8月1日，臨時農業センサスの「農作物栽培農家数及び作付延面積又は栽培現在面積」（農林統計月報 第105号，昭和22年10月）に基き，筆者が田・畑別に穀類（稲・麦類・とうもろこし・あわ・きび・ひえを含む），豆類（食用目的のもののみ）鋤耕作物（芋類・蔬菜類・菜種・煙草・その他の工芸作を便宜上加えた），木本作物（果樹・茶・桑），その他に分類し，それらの構成比率を算出するに，上の順序で，田では93.80%　1.03%　2.61%　0.06%　2.50%，畑では39.75%　11.13%　34.37%　10.13%　8.62%となり，田が穀類・特に米麦に著しく偏しているのに対し畑では鋤耕作物群の割合が最大で，田に比較してかなり均衡がとれている．

〔註12〕 この点については岩片磯雄:水利問題と水田裏作物（帝国農会報，第30巻第10号）113頁参照

〔註13〕 たとえば宮城県で行った農業センサスの結果（山本健吾:水田裏作の栽培5頁，昭和27年3月）や「新潟県における水田裏作概況調査（昭和26年4月　新潟県農林部農産課）をみても裏作を制約する理由のうち「労力不足」が最大となっている．

第5節　結　　論

以上水田裏作における特殊制約要因として水を抽出するとともに，水田裏作を畑裏作と比較考察することによって，水のもつ制約作用を明かにせんとした．なおその場合考察の場を便宜上裏作限界地帯に求め，若干の事例を引用しつつも，なおかつ現実にみられるような田や畑のもつ耕地条件の差異（たとえば土性・土質の差とか，交通地位上の相異の如き作付方式を規制する諸条件の差異）を捨象して，やや理論的な考察を試みた．

しかしてその結果，水田裏作においては，第1，本来湛水耕作のために準備された水田に，乾土耕作作物たる畑作物を栽培するために生ずる水の支配の困難性が，裏作物自体の収益性を畑作のそれに比して相対的に低下せしめる要因を持っていること，第2，水の介入によって起る湛水耕作と乾土耕作の交替という水田裏作のもつ耕作技術上の特性は，水田における水稲の優位性と水利事情などとの関連において，表作水稲の在圃期間を固定する一方，畑作における如き一時的間作形式をとることによって在圃期間の重合を克服することができず，在圃期の移動によってのみ適応せざるを得

ない点において，水稲の減収率 (m) (若しくは稲の減収を回避するための手段としての肥料の増投や薬剤撒布などによる二毛作化に伴う経営費 (C_2)の増大が，裏作物に対する稲のもつ価格比が一般的に高いことと相まって，特に大きな制約要因として問題となること．第3，かくして水田裏作における間作の不可能と経済的に可能とされる在圃期移動の制約は，導入可能な裏作物の種類を著しく制約することになり．畑作におけるように在圃時期及び期間を異にする多種類の畑作物を組み合わせて表作と裏作との交替期を広い範囲に求め，労働の配分関係を調整するという方法をとり得る余地を著しく制限することになり，作物交替期の固定と集中をもたらす．第4．しかも水田裏作では，水田土壌のもつ性質や裏作に伴う乾土状態から湛水状態へという生産装置たる水田状態の急速なる転換を要するのであって作業能率化のための土地利用手段に対する要求量を増加する一方，その利用共同関係を著しく悪化し，さなきだに繁忙な農繁期における労働のピークを高め各利用部門間の労働に対する所要の競合を激化する．第5，しかも先にみた水田裏作物における低い収益性は，この費用を負担し得る限界を極めて狭いものとすると考えられる．換言すれば，水田裏作にあっては畑裏作の場合に比して，裏作導入によって生ずる粗収益増加分が相対的に小さくなる傾向をもち乍ら，反面表作における減収，即ち粗収益の減少分と二毛作化に伴う経営費 (C_2) の増大は，逆に畑の場合よりも相対的に大きくなる傾向を持っている関係から，前掲（第3節）条件式における左辺と右辺の均衡乃至左辺>右辺になりやすい結果，水田裏作は畑裏作に比して相対的により強く制約されると考えられるのである．ここに第一の課題である水田裏作が何故に畑裏作に対して相対的により強く制約されているかと云う理由の一面が窺われるであろう．なお第二の課題は紙幅の関係から別報に譲る．

Résumé

The restrictive effects of "water" on the double cropping in the paddy-field are studied in the paper in comparison with the one in the field.

In the former part of the paper it deals with the method of the study.

In the latter one it is considered from the standpoint of the use of land, labour and equipments in a farm, that "water" effects on the return of winter crops in the paddy-field, and on the relations between winter crops (especially Barley) and the summer crop (Rice-plant) in the marginal region of the double cropping in the paddy-field.

As the result it might be pointed out that the double cropping in the paddy-field tends to be more restrictive than the one in the field.

果樹の水分生理に関する研究

〔I〕 主として果樹の季節的水分代謝作用について

葦沢正義・中川正視

Studies on fruit physiology in relation to water.

〔1〕 On seasonal variations of water metabolism in fruit trees.

By Masayoshi ASHIZAWA and Masashi NAKAGAWA
(Labolatory of Pomology)

(Received September 13, 1954)

I 緒言

我国の年間降雨量は一般に1,500～2,000mmに達して甚だ多いために，果樹の必要とする水分の絶対量からすると．充分な水分量を有するものと考えられているが，降雨の頻度が一方に偏して，夏季間に相当強度の乾燥状態を呈することが多い．然るにこの夏季の乾燥期間は一般に果実の最も旺盛な発育時期に相当しているので，栽培地特に傾斜地等においては果実の発育が抑制されて，小型化することが屢々認められる．就中瀬戸内海沿岸地方は年間降雨量が1,100mm内外で全国的に寡雨地帯に属しているため，夏季間における高温，乾燥状態は他の地方に較べて相当に著しく，特に果樹園の大部分のものが傾斜地において栽培されているため，平坦畑地のそれに比して一層甚しいものがある．当地方の果樹の多くのものは斯様な状態の下に栽培されているために，その発育に及ぼす影響も他の地方に比して，一般に著しいものがあると思われ，樹体及び果実の発育に対して比較的強い抑制的傾向の認められる場合が多い．而して樹体及び果実の良好な発育を来すためには，この夏季の高温乾燥期間に適切なる土壌水分の保持に努めることが最も肝要であるが，水分経済上及び適切なる土壌水分の保持の上からして，まず良好な発育を示す場合の果樹の水分消費状態を季節的に明らかにすることが，甚だ重要事であると思われる．果樹の水分問題については従来果樹の含水量，耐水性，耐乾性及び各種土壌管理法等に関する比較的多くの研究業績が報告されているが，未だかかる事項に対する究明は甚だ尠いように思われる．

筆者等は1953年の夏季の高温，乾燥期間を中心として，梅雨期前（5月31日）より12月中旬までの期間に亘り，2～3の調査を行ったところ興味ある結果を得たので茲に報告する次第である．

本実験を実施するに当り終始御懇篤なる御指導と，本文の御校閲を戴いた，香川農科大学学長黒上泰治博士に深甚なる謝意を表する．

II 実験材料及び方法

〔I〕 供試果樹

本実験に供用した果樹の種類は次に示すものである。

柿（富有），苹果（国光），梨（山梨）………………3月26日播種
緑肥大豆（茶千石）………………5月11日播種

各供試容器へ種子を1箇宛播種したものの中から，形質が整い発育の良好なものを5月11日に選出して供用した．

〔II〕 供試容器・土壌及び実験操作

（a） 供　試　容　器

本実験には次に示す2種の容器を用いた．

{ 中型瓶……円筒型硝子製・下底部に通気用の枝付——内径7cm・高さ15cm
{ 大型瓶……円筒型硝子製・通気用として内部側壁に硝子細管を2本挿入——内径8.2cm．高さ12.5cm

（b） 供　試　土　壌

本実験に供用した土壌は次の如きものである。

{ 礫　　……充分に水洗後乾燥した径4～6mm（篩別）のもの
{ 土　壌……埴壌土を風乾し，団粒構造を破壊しない径0.5～2mm（篩別）のもの

（c） 実　験　操　作

通気孔を硝子綿にて覆い，礫を中型瓶 100gr，大型瓶150gr宛投入し，その上へ供用土壌を中型瓶400gr，大型瓶550gr宛入れ，容器を軽く30回ずつ叩いて相当密な組成状態とした．次いで水道清水を中型瓶80gr，大型瓶110gr（土壌を基準とした容水量の82％に相当）宛表面より灌注し，3日間放置後播種を行った．播種後は土壌中に一定の含水量を保持させるため，5～7日毎に供試瓶を秤量して減量水量を補った．尚この場合に供試瓶を秤量することによって，直ちに瓶中の水分重を算出し得る如くなした．また土面よりの水分の蒸発を防止するために，5月20日に供試瓶の上面をビニール布で覆い，容器の周囲は厚紙にて被覆して光線の照射を遮断した。本実験はすべて温室内において実施し．実験開始後（5月31日）の管理法は，実験に必要なる操作を除き，普通の一般管理に準じて行い，追肥は施用しなかった．

第1表　　調査事項•供試材料•試験区及び実験期間

調査事項 ＼ 項目	供試果樹	供試容器	供試個体数（容器数）	試験区	含水量g	対乾土重比%		実験期間 月日
I　発育期間中における一般的水分の消費状態	柿	中型瓶	6	1	100	21.8	a. 20.0 b. 23.7	31/5～11/12
	苹果	大型瓶	〃	〃	105	16.6	a. 15.0 b. 18.1	
II　梅雨期より乾燥期(夏季)に至る水分の消費状態	柿	中型瓶	6	1	100	21.8	a. 20.0 b. 23.7	25/6～1/8
	苹果	大型瓶	〃	〃	105	16.6	a. 15.0 b. 18.1	
III　天候の変化に伴なう水分の消費状態	柿	中型瓶	10	1	80	18.0	a. 16.0 b. 20.0	18/7～27/7
	苹果	大型瓶	〃	〃	105	16.6	a. 15.0 b. 18.1	
	大豆	大型瓶	〃	〃	135	21.4	a. 19.3 b. 23.6	
IV　陽光部及び日陰部における水分の消費状態	梨	中型瓶	4	2{陽光区 日陰区	90	20.0	a. 18.0 b. 22.5	3/8～5/8
V　各種土壌水分の下における果樹の水分消費状態	柿	中型瓶	10	5{ A区	110	24.5	a. 22.0 b. 27.5	31/5～11/12
				B区	95	21.3	a. 19.0 b. 23.5	
				C区	80	18.0	a. 16.0 b. 20.0	
				D区	65	14.6	a. 13.0 b. 16.2	
				E区	50	11.2	a. 10.0 b. 12.5	
	苹果	大型瓶	8	4{ A区	130	21.8	a. 18.5 b. 23.6	31/5～11/12
				B区	110	17.8	a. 15.7 b. 20.0	
				C区	90	14.6	a. 12.8 b. 16.4	
				D区	70	11.4	a. 10.0 b. 12.7	

註 (1) 調査事項 I・II・III の成績は各種類ごとに調査全個体の平均を以って示す．IV・Vは1区2個体宛となし，成績はその平均を以って示す．

(2) 対乾土重比は平均含水量（a…礫を含めた含水量，b…礫を除いた含水量）を示す．

〔III〕 実 験 方 法

（a） 調査事項及び果樹の水分消費量の調査方法

本実験における調査事項及び調査事項別の供試果樹・試験区並びに各容器中の含水量は第1表に示す如くである。

第1表において土壌含水量を容水量を基準とした比率によって表わさず，対乾土重比により示したが，これは通気を良好にするため容器の底部に礫を入れたので，その含水量が均一な状態を示さなかったことによるものである．即ち最大容水時（通気孔より水の溢出時）の中型瓶の上部土壌含水量は24.26%，中央部土壌含水量30.55%，下部（礫の直上部）土壌含水量33.33%を示しており，大型瓶のものもほぼこれと近似的な値を示した．

果樹体の水分消費量の調査には感度0.5gr目盛の桿秤を用い，7月20日より9月5日（夏季の高温乾燥期間）までの期間は連日，その他の期間は天候状態と見合わせて2～3日毎に行った。また調査事項によっては1乃至2時間毎の水分消費量の調査をも行った。

供用土壌に対する水分の補給は，果樹の水分消費量の多少と見合わせて1～3日目毎に行い，出来るだけ所定の含水量を保つようにした。

（b） 果樹の発育調査法

各供試果樹の発育状態についてはほぼ1週間毎に，地上部の伸長量，葉数及び葉面積等を慣行法により調査した。また各種土壌水分の下における果樹の水分消費量の調査を行ったものを12月12日に掘上げ，地上及び地下部の伸長，肥大並びに重量等に関する各種の調査を行った．

（c） 気象に関する調査法

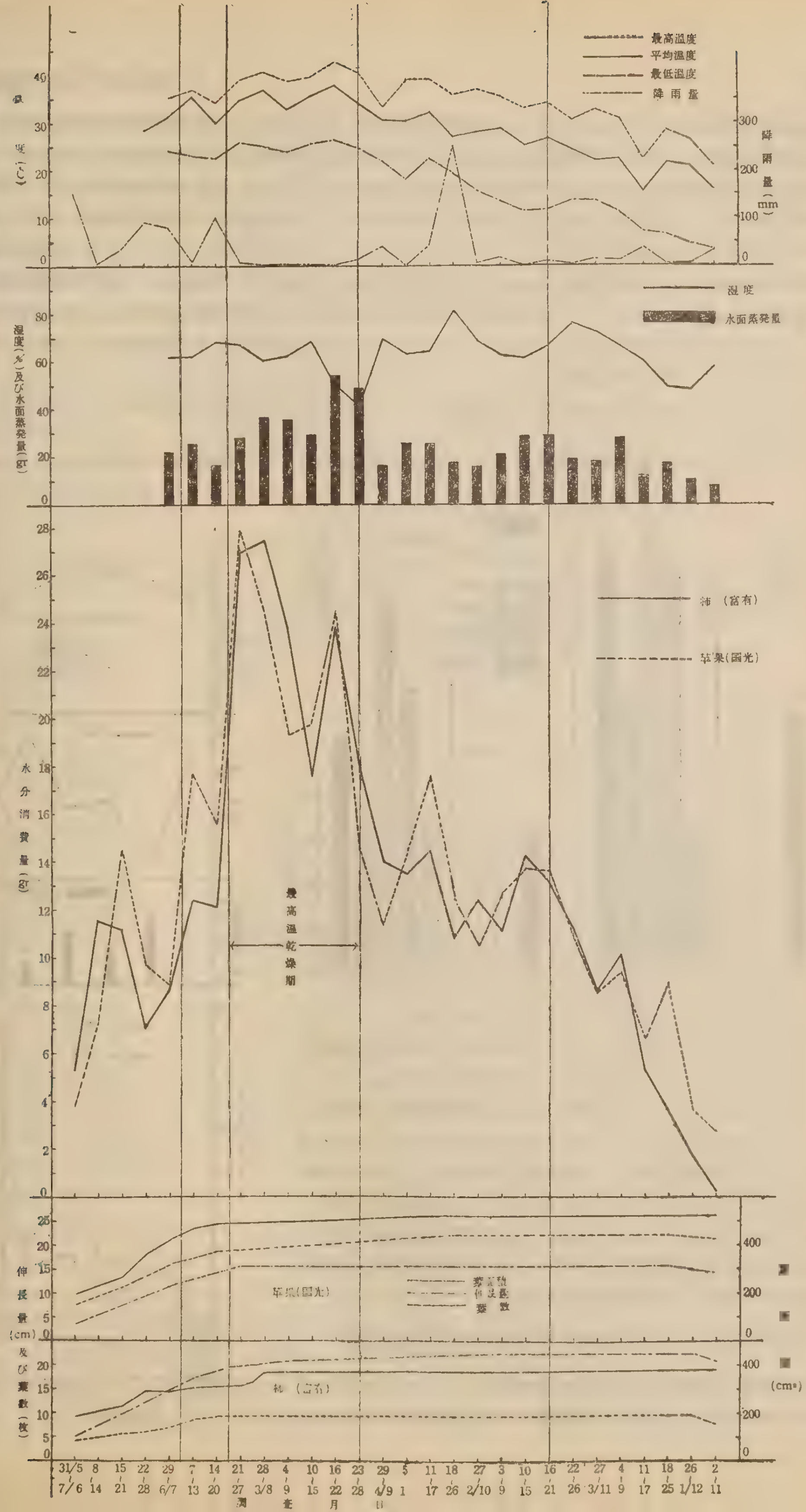
本実験を実施した温室内の最高及び最低温度・乾球及び湿球温度は毎日正午に観測を行い，水面蒸発量は直径10cm，高さ2.5cmのシャーレーに水200grを入れ，この表面よりする蒸発量を，毎日ほぼ午后6時(夕刻)に調査した。日照時間は高松測候所（実験地より平坦にて約3里）・降雨量は本学附属大宮果樹園（実験地より約半里）において調査したものを引用した．

III 実 験 結 果

〔I〕 果樹の発育期間中における一般的水分の消費状態

5月31日より12月11日までの5～7日間毎の平均水分消費量及び果樹の発育並びに気象状態は第1図に示す如くである．柿及び苹果の地上部の伸長量・葉数及び葉面積はほぼ7月中旬までの期間に最大の発育を示しており，その後は甚だ緩慢な発育を示すに過ぎない．而してこの最も旺盛な発育を示した5月31日より7月中旬迄の期間は降雨量が甚だ多く，その後の7月下旬（7月21日）より8月下旬（8月28日）までの39日間は殆んど無降雨に近い状態を示し，最高・最低温度及び平均気温ともに最も高く，水面蒸発量も最高に達しており，異常な高温，乾燥状態を呈した．9月上旬より下旬までの期間は比較的降雨量が多く，10月上旬より11月上旬に至る38日間は再び降雨量甚だ少なくして，夏季の高温乾燥期間に較べて僅かに約10mm多いに過ぎない状態である。その後の11月中旬以降はやや多くの降雨量が認められた．9月上旬以降の最高・最低温度並びに平均気温は各時期によって或程度の昇降を示してはいるが，一般に夏季の高温乾燥期より逐次低下する傾向を示している。

柿及び苹果の水分消費量はほぼ同様の傾向を示し，上述の夏季の高温乾燥期間において最高の

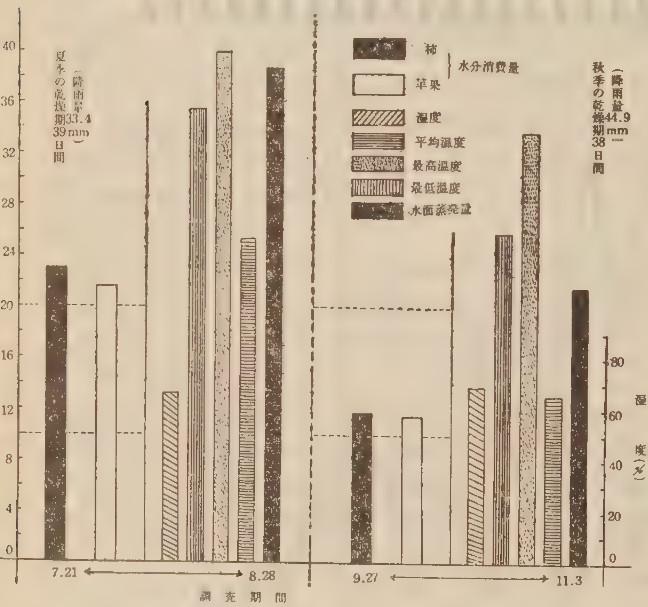


第一図 調査全期間の水分消費量の変化（七〜八日毎一日平均）

値を示しており，この前後の期間では漸減の傾向を示しているが，高温乾燥期間における消費量との開きは甚だ大きなものが認められる，尚この水分消費量の調査は土壌中水分の含有量を一定に維持して温室内において実施したため，実際の圃場に於けるそれとは相当その趣を異にするものと思われる．（以下に示す諸調査の結果も同様である．）次に夏季の高温乾燥期間（7月21日～8月18日）における水分の消費量はその前の期間（7月7日～20日）に比して，柿では約40%，苹果では約20%高く，秋期の8月29日～10月21日の期間では柿・苹果ともに，高温乾燥期間のそれより約45%低い値を示している。即ち水分消費量は夏季の高温乾燥期間を頂点とした円錐状の傾向を示しており，果樹の旺盛な発育を示す7月20日以前の期間における消費量は，秋期のそれに比してやや高い傾向が認められる。

各種気象要素と果樹の水分消費量との関係については，夫々の要素が各時期により或程度の変

第2図　夏・秋両乾燥期における水分消費状態（1日当り）

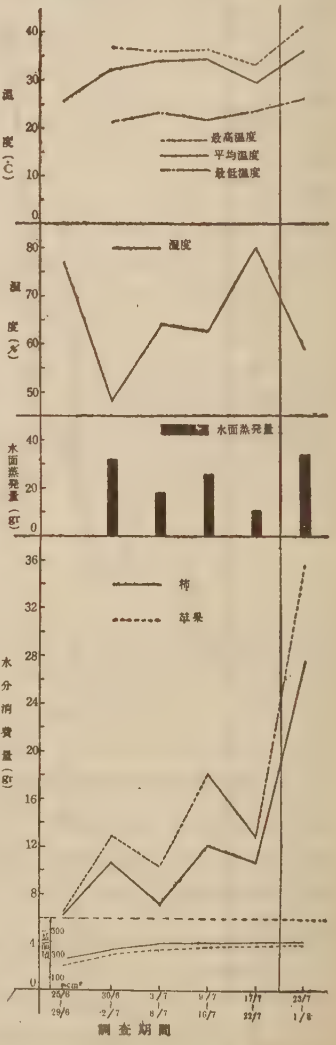


註　水面蒸発量は調査器具面よりする1日平均である。

化を示しているために一概に云い得ないが、比較的水面蒸発量の多い場合に水分消費量の高い傾向が認められる．

次に上述した夏季の乾燥期間と秋期の乾燥期間における，各種気象状態と平均水分消費量は第2図に示す如く，柿・苹果ともに秋期の乾燥期間における水分消費量は，夏季の乾燥期間に比して約2分の1程度に過ぎず，水面蒸発量の減少とほぼ比例的な関係を示している．また秋期の乾燥期は夏季の乾燥期に比べ最高温度約6.5°C・最低温度約12.0°C・平均気温約9.0°C低く，湿度はやや高い値を示している．

第3図　各期間別の水分消費状態（1日当り）



〔II〕梅雨期より夏季の乾燥期に至る果樹の水分消費状態

果樹の最も旺盛な発育を示す梅雨期より，土壌含水量の逐次低下を来す夏季の高温，乾燥期に亘る期間の柿及び苹果の

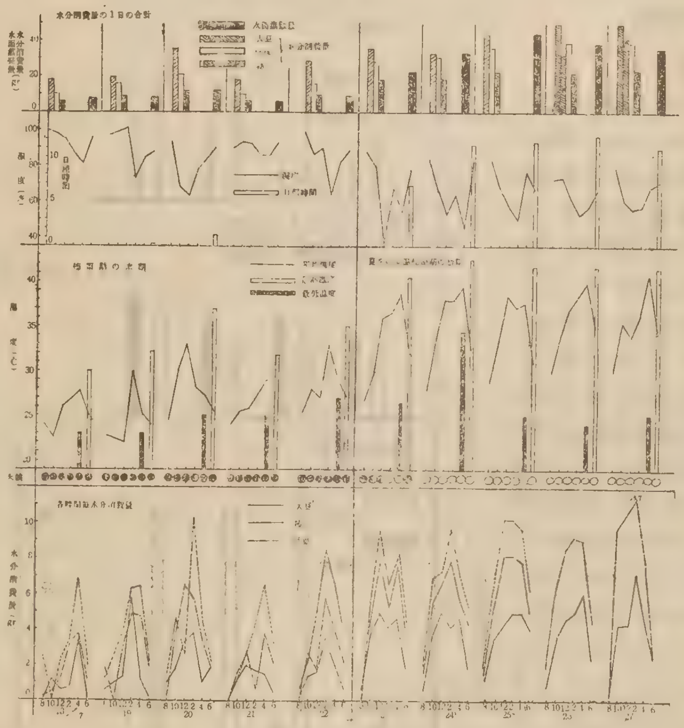
水分消費状態は，第3図に示す如くである．

一般的な水分消費量の日変化は降雨量及び水面蒸発量によって影響されるところ甚だ大きく，無降雨時及び水面蒸発量の多い日には消費量も大となる傾向を示しており，時期別の水分消費状態は6月25日より果実の発育が進むにつれて，逐次大となる傾向を示しているが，発育がほゞ停止する7月23日以降の高温乾燥期に至ると急激な増大を示し，前期間との間に著しい開きが認められる．柿と苹果における水分消費量はほぼ同様の傾向が認められるが，苹果の方が柿よりもやや高い値を示した．これは供試容器として苹果に中型瓶・柿に大型瓶を用いたためと，苹果の伸長量が柿に比して旺盛であることによるものであろう．

〔III〕 天候の変化に伴なう果樹の水分消費状態

柿，苹果及び大豆について天候の変化による水分の消費量を，7月18日より27日までの10日間に亘り，毎日2時間毎に調査した結果は第4図に示す如く，1日当りの水面蒸発量は雨天の日には晴天の日の約6分の1乃至7分の1に過ぎず，また曇天の日には雨天の日の1.5～4倍を示しており，晴天の場合に急激な水面蒸発量の増大が認められた，次に水分消費量は種類によって或程度の差異を示してはいるが，3種とも曇天の日には雨天の日のほぼ1.5～3倍の消費量を示しており，晴天の日はその状態によりやや趣きを異にして，雨天及び曇天に引続いた最初の2日間の晴天の場合には，雨天の日の2～4倍を示し，曇天の日のそれよりやや多い値を示すに過ぎないが，その後の2日間の晴天の場合には消費量の著増を来して，雨天の日に較べて大豆では4～6倍，苹果では3～4倍，柿では2～5倍を示し，特に大豆において著しい増加が認められた．即ち比較的短期間の調査ではあるが，たとえ水面蒸発量・温度及び湿度に相当大きな変化を生じなくとも，晴天の続いた場合には水分消費量は増加を来し，種類によっては相当著しい場合のあることが認められる．

第4図 天候状態の変化と水分消費状態



調査月日と時間

1日の時間的水分の消費状態は柿・苹果及び大豆の3種ともほぼ気温の上昇と比例的な関係を示し，雨天及び曇天の日には降雨が止むか或いは晴れ間に最大の消費量を示している．晴天の日

にも概ねこれとほぼ同様の傾向が認められるが，一般に気温の上昇時である午前10時乃至12時の消費量が甚だ大である.

〔IV〕陽光部及び日陰部における果樹の水分消費状態

夏季の高温・乾燥期である8月2より5日までの4日間の，陽光部及び日陰部における，梨の1日当りの水分消費量及び単位葉面積当りの水分消費量は第5及び第6図に示す如く，陽光部及び日陰部の気温並びに湿度は日によって相当の差異を示しており，陽光部の気温は日陰部より約1～5°C高く，湿度は3～5%低い.

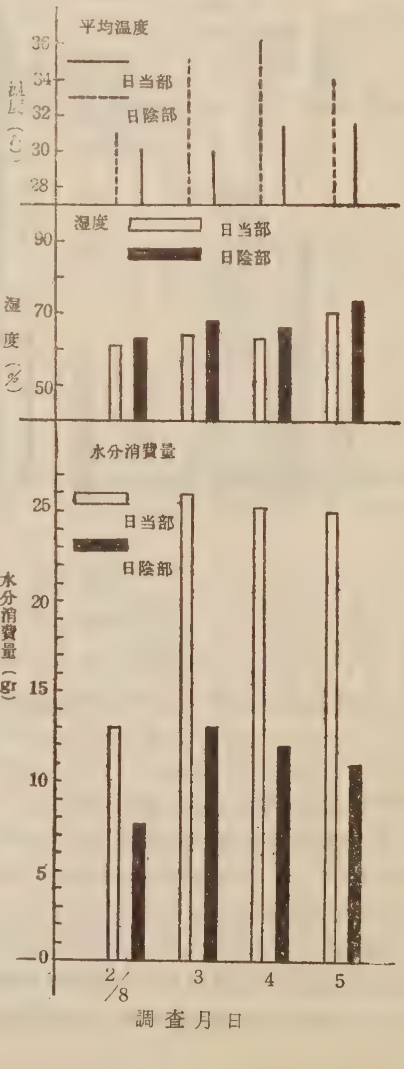
次に1日当りの水分消費量もまた日によって異なり，8月2日には相当低い値を示しているが，陽光部は何れの日も日陰部より約2倍の消費量を示し，単位葉面積当りについてもほぼ同様の傾向が認められる.

〔V〕各種土壌水分の下における果樹の水分消費状態

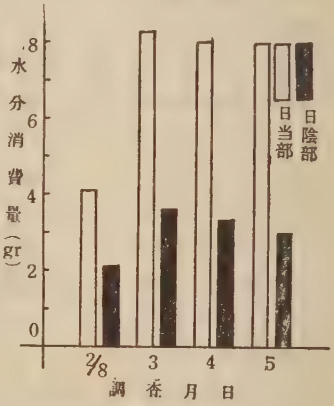
1. 柿

各種土壌含水量の下における，果樹の季節的水分消費状態は第7図及び第2表の如く土壌含水量の多い区においてより多くの水分消費量を示しており，最も土壌含水量の多いA区の実験期間中の総消費量に対して，B区の総消費量は約20%，C区は約30%，D区は約60%，E区は約70%低い値を示している．而してこれ等各区の水分消費量の差異は，夏季の高温乾燥期間において最も著しく，A，B及びCの3区は高温乾燥期にその水分消費量も相当増大する傾向を示しているが，D及びE区はこの期間にあって

第5図 陽光部及び日陰部における水分消費状態

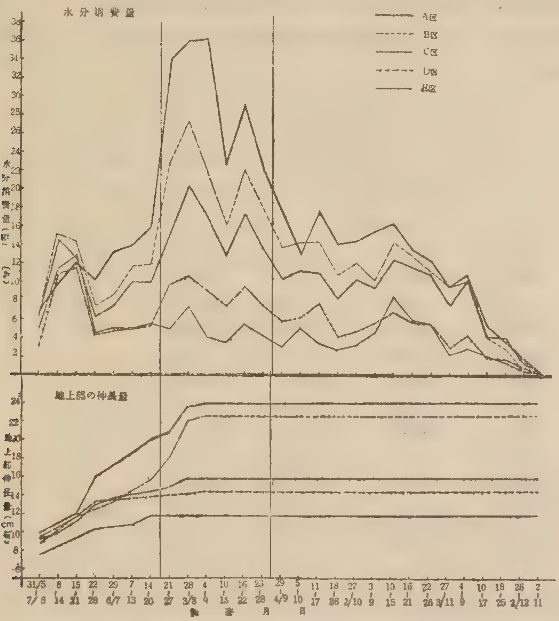


第6図 陽光部及び日陰部における単位葉面積(100 cm²）当りの水分消費量



も余り増加を示さず，特にE区は殆んど他の期間の場合と同様の状態を示している，地上部の

第7図　各種土壌水分の下における柿の水分消費状態（1日平均）



第2表　各種土壌水分の下における各期間別の水分消費量（柿）……各期間計gr

調査月日 / 日数 / 試験区	31/5～7/6	8/6～14	15～21	22～28	29～6/7	7/7～13	14～20	21～27	28～3/8	4/8～9	10～15	16～22	23～28	29～4/9	5/9～10
日数	8	7	7	7	8	7	7	7	7	6	6	7	6	7	6
A　区	53.6	68 6	84.0	71.4	106.4	98.0	112 0	238.0	252.0	216.6	135.6	203.7	132.0	123.2	98.0
B　〃	50.4	105.7	100.8	52.5	69.6	81.9	84.0	160.3	191.8	132.0	97.2	161.7	107.4	96.6	85.8
C　〃	52.0	101.5	87.5	43.4	60.0	70.0	70.0	158.2	142.1	102.0	77.4	121.8	81.6	72.8	68.4
D　〃	24.0	74.9	80.5	30.1	38.4	35.0	37.1	68.6	74.9	54.0	45.0	66.5	45.0	41.3	37.8
E　〃	40.0	79.8	90.3	31.5	40.0	35.0	38.5	35.0	51.8	24.6	21.6	28.5	25.8	21.7	30.6

調査月日 / 日数 / 試験区	11～17	18～26	27～3/10	3/10～9	10～15	16～21	22～26	27～3/11	4/11～91	10～17	18～25	26～1/12	2/12～11	総計
日数	7	9	6	7	6	6	5	8	6	8	8	6	10	195
A　区	124.6	126.9	87.0	108.5	97.8	81.6	61.5	76.8	65.4	32.8	31.2	9.0	2.0	2,898.2 (100)
B　〃	100.8	98.1	73.2	71.4	85.8	78.0	56.0	77.6	61.8	33.6	24.8	3.0	3.0	2.344.5 (87)
C　〃	77.0	74.7	61.8	66.5	75.0	87.0	54.5	60.8	60.6	42.4	30.4	10.2	0.0	2,007.1 (69)
D　〃	51.8	37.8	28.8	39.9	41.4	34.8	28.0	24.0	26.4	16.0	12.8	5.4	3.0	1,099.6 (38)
E　〃	24.5	26.1	20.4	32.2	51.0	36.0	28.0	18.4	17.4	17.2	12 8	3.6	1.0	893.3 (30)

夏季の高温乾燥期間（21/7～28/8～39日間）の総消費量

A　区	1,177.9	(100)
B　区	850.4	(72)
C　区	683.1	(53)
D　区	354.0	(30)
E　区	137.3	(15)

L.S.D
5%≒ 98.56
1%≒163.74

註一括弧内はA区に対する比数である，

伸長量は含水量の多い区程大であり，E区の発育状態は殆んど一時的萎凋直前の様相を示しており，水分の消費によってやや土壌含水量が低下すると萎凋的兆候を呈した．次いで7月21日より8月28日までの高温乾燥期間における水分消費量はA区に対して，B区は約1.5分の1，C区は約2分の1，D区は約3分の1，E区は約10分の1に過ぎず，上述の全期間のそれよりも甚だ大きな開きを示した．

第3表　柿樹の堀上調査

調査項目＼試験区	A	B	C	D	E	備考
地上部の長さ (cm)	26.4	25.0	19.0	17.0	13.1	L.S.D 5%≒1.18
同上比 (%)	100.0	94.7	72.0	64.0	49.6	1%≒1.95
幹径 (cm)	0.51	0.50	0.49	0.39	0.33	〃 5%≒0.12
同上比 (%)	100.0	98.4	96.8	76.4	64.7	1%≒0.18
総重量 (gr)	18.3	15.9	12.7	8.4	7.7	〃 5%≒1.56
同上比	100.0	86.9	69.4	45.3	42.0	1%≒2.35
地上部重量 (gr)	6.9	4.8	3.8	2.3	2.5	〃 5%≒1.08
地上比	100.0	69.5	55.0	33.3	36.2	1%≒1.86
地下部重量 (gr)	11.4	11.1	8.9	6.1	5.2	〃 5%≒1.27
同上比	100.0	97.3	78.0	54.3	45.6	1%≒1.83
T/R率	0.605	0.432	0.427	0.377	0.487	
地下部容積 (cm^3)	10.2	9.8	8.3	6.0	4.9	〃 5%≒1.33 1%≒1.74

12月12日の堀上時における地上及び地下部の調査結果は第3表に示す如く，地上部，地下部の重量及び地上部の長さ，幹径，地下部の容積等はともに含水量の多い場合により大きな値を示している．（第13図参照）

2. 苹　　果

苹果の各種土壌水分の下における，水分の消費状態は第4表に示す如く，柿の場合とほぼ同様の傾向を示して，土壌中含水量の多い場合にその水分消費量も大である．尚この場合に苹果のD区の水分消費量は柿のD及びE区と異なり，夏季の高温乾燥期においてもやや増加する傾向を示しているが，これは供試容器の相異による土壌中含水量の差異と種類の相異に基づくものであろう．

柿と苹果では供試容器が異なるため，土壌中含水量が異なっており，そのため両者の水分消費量を直ちに比較することは困難である。

第8図　各種土壌水分の下に発育せる柿樹の状態

第4表　各種土壌水分の下における各期間別の水分消費量（苹果）… 各期間計 gr.

調査月日	31/5~7/6	8/6~14	15~21	22~28	29~5/7	7/7~13	14~20	21~27	28~3/8	4/8~9	10~15	16~22	23~28	29~4/9	5/9~10
日数	8	7	7	7	8	7	7	7	7	6	6	7	6	7	6
A区	38.4	64.4	125.3	78.4	105.6	152.6	123.9	200.9	224.7	151.8	177.6	261.1	144.6	102.9	111.0
B〃	27.2	53.6	88.2	64.4	60.8	137.2	115.5	189.0	171.5	120.0	164.0	196.0	81.0	70.7	90.0
C〃	24.0	53.6	87.5	65.1	54.4	102.0	108.5	194.6	161.0	103.2	120.0	162.4	76.2	70.0	87.0
D〃	29.6	50.4	98.0	63.0	56.0	92.4	88.9	154.0	124.6	83.4	93.0	121.8	62.4	64.4	76.8

調査月日 / 日数 / 試験区	11~17	18~26	27~3/10	3/6~9	16~15	16~21	22~26	27~3/11	4/11~9	10~17	18~25	26~1/12	2/12~11	総計
	7	9	6	7	6	6	5	8	6	8	8	6	10	195
A 区	168.0	182.7	87.0	122.5	102.0	93.6	59.0	83.2	87.6	52.8	102.4	40.2	48.0	3,292.2 (100)
B 〃	127.4	135.9	72.0	105.0	100.2	97.8	64.0	80.0	82.8	60.0	90.4	38.4	45.0	2,728.0 (83)
C 〃	119.7	108.0	69.0	99.4	92.4	96.0	63.5	77.6	72.6	62.4	86.4	37.2	44.0	2,405.3 (73)
D 〃	91.0	90.0	60.0	83.3	84.6	81.6	63.5	66.4	68.4	55.2	68.8	36.6	38.0	2,146.1 (65)

夏季の高温乾燥期間 (21/7~28/8……39日間) の総消費量

L. S. D { 5%≒197.6 / 1%≒318.7 }

{ A区 1,160.7 (100) / B区 921.5 (79) }　{ C区 741.2 (63) / D区 639.2 (55) }

註…括弧内はA区に対す比数である．

Ⅳ 考 察

果樹の良好な発育を来すために必要な土壌含水量及び土壌中における酸素濃度については，Hendrickson. Veihmeyer, Tukey. Brase,[3-13] Heinicke. Boynton. Reuther,[7] Schneider. Childers,[43] Oskamp,[41] Boynton,[4] Devilliers,[6] Childs,[5] 寺見,[47] 小林,[20] 小林•村井•林,[21] 岩崎,[11] 安藤•若垣,[2] 森田及びその協同研究者,[27-39] 其の他による数多くの業績が報告されている．これ等の結果を綜合すると各研究者により，又果樹の種類及び土壌の種類によって必ずしも同様の結果を示してはいないが，一般に果樹の良好な発育を来すために必要とする最適土壌含水量は，概ね最大容水量の60~80%前後，土壌中の酸素濃度は大気中の酸素濃度の約3分の1 (7~8%) 以上であると認められる．

よって果樹園土壌の理学的な性状を斯様な状態に保持し，適切なる施肥を行なうことによって養分の供給を行うならば，果樹の良好な発育をまねくことと思われるが，実際の場合には土壌中の水と酸素を絶えず斯様な状態に維持することは容易なことではない．特に当地方における傾斜地果樹園にあっては，果樹の発育の当初より梅雨末期までは比較的多量の降雨を見て，旺盛な発育を示したものが，その後は夏季の異常な高温，乾燥状態の下で生育を持続することとなるため，当然体内生理作用の上で大きな変化を生じ，その発育上に一種の悪影響を蒙ることが考えられる，

斯様な点より良好な果樹の発育をまねくためには，土壌中における水分保持の問題とともに，果樹の水分消費の様相を明らかにして，それに順応した水分管理の方法を実施することが，水分経済上からしても甚だ肝要なことであると思われる，

果樹の土壌中水分の利用には，その体制の維持及び新組織の形成による体内水分と，蒸散作用による大気中への放散との2つがある．而して後者の蒸散作用による果樹の水分消費量は，Chandler, Babcock, Kelley,[14] 及び其他の多くの要水量に関する研究結果からも伺われるように，体内に存する水分量に比して遥かに多い．よって土壌中水分の低下を来し，葉による蒸散作用に必要とする水分量に不足を来した場合には，果実等より葉へ水分の移行を来し，その商品的価値の低下を招来することは，実際栽培の場合に屢々認められるところである，

植物体の蒸散作用による水分の消費量について平田•神保[10]は，ハミテンボクの1日の通発量の最大は8月中旬より9月上旬であることを認めている．本研究における柿及び苹果の季節的及び各種土壌水分の下における果樹の水分消費量は，7月21日より8月28日に亘る夏季の高温，乾燥期間において最大を示し，梅雨期及び秋期には高温乾燥期間のほぼ2分の1程度の消費量をみるに過ぎ

ない．即ち平田・神保のハンテンボクによる調査結果に比して，最大の消費量を示す時期が10日間程早いが．これは種類による相異と調査時の気象状態によるものと考えられる．また本調査は温室内におけるものであるから，自然状態の下にある果樹のそれとは，ややその趣きを異にするものと思われ，実際の場合には梅雨期等の降雨時の水分消費量はこの結果より更に低いものと考えられる．

この7月中旬より8月下旬に亘る果樹の最大の水分消費量を示す時期は，一般に果実の最も旺盛な発育を示す時期に相当しているため，この時期の降雨状態及び土壌含水量の消長は，果樹の水分生理上に影響する処甚だ大なるものがあると思われ．夏季における土壌中水分の低下は枝葉と果実との間における水分の競合現象を一層激しくして，果実の良好なる発育を妨げるものとなるであろう．次に果樹の枝及び葉の最も旺盛な発育を示す梅雨期（6月～7月中旬）中の蒸散による水分の消費量は，高温乾燥期のそれに比して甚だ低く，高温乾燥期に入ってからは急速に増大して，約2日間程で高温・乾燥期型の旺盛な消費量を示すものと認められる．各種土壌水分の下における果樹の水分消費量とその発育状態は，土壌含水量の多少とほぼ比例的な関係が認められ，各土壌含水量の間においては特に夏季の高温乾燥期間においてその水分消費量の差異が著しく，本実験の場合において柿では土壌含水量が約14%以下に低下すると，殆んど季節的な消費量の増加を認め難かった．このことは土壌含水量が或程度以下に低下した場合には，最早や蒸散作用による水分の消費に当り，甚だしく土壌中水分の欠乏を来しているためと考えられる．

以上の結果より果樹の発育は土壌含水量に適応した生態型を示すものと考えられ，実際の場合には梅雨明け迄は土壌含水量が比較的高いために多湿型の発育を行い，多量の水分を消費する体制を構成するが，その後は乾燥型の発育を示すべき状態の下で生育を強要されることとなるために，その必要とする消費量に不足を来すので，自己調節作用によって体内水分の葉への移行が行われるものであろう．

果樹の蒸散による水分の消費は，光線，温度，湿度及び大気の蒸発力等の各種の外界要因の変化に支配されるものであるが，Aldrich[1]，Harley[8]，平田．神保[10]等は，蒸散作用の強弱は大気の蒸発力と密接な関係を有していると述べているが，本実験の天候状態並びに陽光部及び日陰部における調査結果も，これ等諸氏のものとほぼ一致した傾向を示し，水面蒸発量の多少と比例的な関係が認められた．

V 摘　　要

果樹の季節的及び各種条件の下における水分の消費状態を明らかにするため．1953年5月下旬より12月上旬に亘り，柿・苹果・梨・大豆等を用い二，三の調査を行った．

1. 柿及び苹果の季節的水分の消費状態は，ほぼ同様の傾向を示し，夏季の高温・乾燥期（7月21日～8月28日）に最高に達し，秋期（8月29日～10月21日）にはその約55%に過ぎなかった．
2. 梅雨期より夏季の高温．乾燥期（6月25日～8月1日）に至る．柿及び苹果の水分消費量は逐次増加する傾向を示すが，乾燥期に至ると急激な増加を示した．
3. 天候による水分の消費量は雨天の場合に最も少なく，晴天の場合には甚だ大となり，大豆では雨天の場合に比して4～6倍，苹果では3～4倍，柿では2～5倍を示した，
4. 夏季の高温．乾燥期における陽光部と日陰部の梨の水分消費量は．陽光部が甚だ多く，日陰部の約2倍を示した．
5. 各種土壌水分の下における柿及び苹果の水分消費量は．土壌水分の多い場合により大であり，果樹の発育もそれとほぼ比例的な状態を示した．
6. 果樹の水分消費量は各種気象要素の中で，大気の蒸発量と最も密接な関係のあることが認められた．

参　考　文　献

(1) Aldrich, W.W. and R.A. Work. : Proc. Amer. Soc Hort. Sci. 32:115-123, 1935.

(2) 安藤茂市・岩垣駛夫：農及園11：2609～2621, 1936

(3) 浅見与七：果樹栽培汎論土壌肥料編 (1951)

(4) Boynton, D. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37 : 19-26, 1940.

(5) Childs, W.H. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38 : 179-180, 1941.

(6) De Villiers, J.I. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36 : 86. 1939.

(7) Henicke, A.J., Boynton, D. and W. Reuther : Proc. Amer. Soc, Hort, Sci. 37 : 47-52, 1940.

(8) Harley, C.P. and M.P. Masure, : Jour. Agr. Res. 57(2) : 109-124, 1938.

(9) 穂坂八郎：千葉大学園芸学部学術報告 1:1～10, 1952.

(10) 平田徳太郎・神保幸雄：森林治水気象彙報 10:1-46, 1928.

(11) 岩崎良雄：柑橘研究 9:49. 1939

(12) Juckey, H.B. and K.D. Brase : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36:18-27, 1939.

(13) Jukey, H.B. and K.D. Brase : Proc. Amer. Soc, Hort. Sci. 37:305-310, 1940.

(14) Kelley, V.W. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36:201-215, 1939.

(15) 黒上泰治：果樹園芸新講 (1948).

(16) ———・藤沢正義・森正義・齋藤　実・曽我部哲・金辺　正：香川農科大学学術報告 5(1):79～93, 1953.

(17) ———・———・———・———・———・———：香川農科大学学術報告 5(2)：144～158, 1953.

(18) ———・———・———・———・———・———：香川農科大学学術報告 5(3)：206～217, 1953.

(19) ———・———・曽我部哲・金辺　正：香川農科大学学術報告 6(1)；105～120, 1954.

(20) 小林　章：園芸学会雑誌 16(3,4)：172～180, 1947.

(21) ———・村井兼二・林　真二：園芸学研究集録第4輯：127～137, 1949.

(22) ———・林　真二・塚原　勉：園芸学研究集録第5輯：61～64, 1951.

(23) ———：新園芸別刷落葉果樹 19～25, 1951.

(24) ———：果樹園芸総論 (1954).

(25) 鋳縞理一郎：生理植物学 (1948).

(26) 三輪忠珍：園芸学研究集録第3輯：82～97, 1946.

(27) 森田義彦・石原正義：園芸学会雑誌17(1,2)：92～99, 1948.

(28) 園芸学会雑誌19(1)：13～22, 1950.

(29) ———・———：園芸学会雑誌19(2)：134～142, 1950.

(30) ———・板倉　勉・岩田正利：園芸学会雑誌21(3)：129～146, 1952.

(31) ———・石原正義：園芸学会雑誌17(3,4)：188～194, 1948.

(32) ———・米山寛一：園芸学会雑誌20(2)：188～194. 1951.

(33) ———・西田光夫：園芸学会雑誌20(3,4)：137～150, 1951.

(34) ———・———：園芸学会雑誌21(4)：209～215, 1952.

(35) ———・米山寛一：園芸学会雑誌18(3.4)：155～165, 1949.

(36) ———・———：園芸学会雑誌19(3,4)：185～194, 1950.

(37) ———・小黒英一：園芸学会雑誌20(1)：11～18, 1951.

(38) ———・米山寛一・西田光夫・小黒英一：園芸学会雑誌20(3,4)：153～165, 1951.

(39) ———・西田光夫：園芸学会雑誌22(1)：6～8, 1953.

(40) 永沢勝雄：園芸の基礎問題(1948)

(41) Oskamp, J. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 23: 269-277, 1927.

(42) 太田　巌：林業試験場研究報告59：85～98, 1953.

(43) Schneidr, G. W. and N. F. Childers : Plant. Physiol. 16 : 565-583, 1941,
(44) 坂村 徹：植物生理学（上巻） (1952).
(45) 玉井虎太郎・岩隈 臺：農及園182：155～161, 1943.
(46) 田崎忠良：日本林学会誌 32：256～261, 1950.
(47) 寺見広雄：園芸学研究集録第3輯：98～108, 1946.
(48) Wilson, J. D. : Plant physiology I : 385, 1927.

Résumé

Seasonal variations of water metabolism were observed on seedlings of persimmons (*D. Kaki* LINN. f.), apples, pears and soybeans which were sown in glass pots in the spring period and were cultivated under various weather conditions and soil moisture contents from the end of May to the beginning of December, 1953.

The water metabolisms of those seedlings were investigated according to the following methods : the water loss through transpiration was measured during day time by volume and the same volume of water was irrigated in the pots by 1 to 3 day intervals according to weather conditions.

The length of stems and the number and the surface area of leaves were measured about every day, and the fresh weight of tops and roots of the seedlings was also investigated.

The results are summarized as follows :

1. There was almost no rain during the summer period, namely from July 21st to August 28th, and abnormal high temperatures accompanied by strong atmospheric droughts were frequently observed.
2. Seasonal variations of water loss caused by transpiration of apple and persimmon seedlings generally run same direction.

   The water consumption of the above named fruit seedlings during the summer period was fourty five percent higher than during the autumn period, namely from August 29th to October 1st.
3. The water consumption of apple and persimon seedlings gradually increases from June 25th to August 1st, but the consumption curve suddenly rose from July 23rd afterward when the temperature was very high and no rain occurred.
4. The water consumption of apple and persimmon seedlings and soybeans was lowest in case of rainy days and highest in case of fine days.

   It was found that the water consumption of soybeans on fine days was recorded to be four to six times larger than on rainy days. apple seedling three to four times larger, and persimmon seedlings two to five times larger.
5. The water loss of pear seedlings by transpiration in the summer period, when air temperature was high and precipitation was little, was found much larger on the exposed side than on the shaded side. The difference estimated about two times.
6. The water loss of apple and persimmon seedlings kept under given conditions was found to be greater under higher moisture content of the soil.

   The growth of above mentioned fruit tree seedlings was observed to behave parallel to the water loss of these seedlings by transpiration.
7. There exsists very close relation between the atmospheric evaporation and the water loss of fruit tree seedlings by transpiration.

香川県の溜池について

前　川　忠　夫

On the Irrigation Reservoir in Kagawa Prefecture

By Tadao MAEKAWA
(Laboratory of Agricultural Engineering)

(Received September 13, 1954)

目　次

I 香川県の溜池に関する問題点
II 香川県の溜池が灌漑水源として占める割合
III 地形図を用いた図上調査
IV 香川県溜池調査資料による検討
V 概　括

I. 香川県の溜池に関する問題点

香川は溜池の多い県と云われている．なぜ香川県には溜池が多いのであるか．この原因の究明は香川の溜池を採り上げる場合先ず重要な課題となる．一応その原因として降水量，河川，地勢などの自然的因子が挙げられるが，さらに香川県の農業開拓の推移と土木技術進歩の歴史的因子も重要なる役割を果しているものと考えられる．言わば自然的条件を包含した香川の溜池の沿革的課題と云えよう．

次に問題となるのは多いと云われている香川の溜池は果してどの程度に多いのであるか．香川県下には至るところ大小形状様々なる溜池を散見するが，これらの溜池の個数，大小，立地，分布などについての言わば地理学的課題である．

第三に香川の溜池はどんな規模構造をもっているか．すなわちこれら溜池の堰堤はどんな材料でどのような構造に築堤され，また長年月の間にどのように変形し欠陥を生じ災害を受けたか．水深も深いものから皿池のように浅いものも見られ，したがって貯水量もその外観の水面積とは比例しないであろう．さらに取水用の樋管，洪水の場合の余水吐などの構造材料もまちまちであろう．以上のような香川の溜池に関する主として土木技術的課題である．

第四に香川の溜池の水は如何なる機構で集水貯溜されているか．すなわちこれらの溜池の集水流域，降水量，流去率，流入水量，洪水量，流入土砂量など主として溜池に関する水文学的課題である．

第五にこれら溜池と直接間接関係ある灌漑水田の面積，用水量，水利系統，用水慣行，維持管理，農業用水以外の溜池利用など云わば農業経営に関連する諸課題である．

最后に香川の溜池が農業用水源として果している役割と，将来これら溜池の水源としての価値判断に関する農業政策的課題にまで拡大されねばならない．

以上香川の溜池を対象として採り上げるとき課題となる主なる点を摘記したが，地理，土木，水文などの自然及技術の分野の他に歴史，経営，政策，にまで亘る広範なる研究が為されなければ真に香川の溜池が如何なるものであるかを明確にすることは出来ない訳である．以上の諸課題を更に要約すれば最初の課題は歴史的沿革であり，最后の問題は将来に対する計画であり，その他は香川の溜池の実態に関するものであると云うことが出来るであろう．

かくの如き幾多の研究課題を負う香川の溜池ではあるが，現在までのところその解答は殆んど

為されていない．空海の名と共に全国的にその名を知られている満濃池あり，堰堤構造の特異な点で土木技術界に熟知されている豊稔池を持ち，全国的に最も多い溜池県と称する香川県も，その溜池の個数さえも未だ2万と云い3万と称する概念的な知識程度に止っているのが現状である．もちろんかかる詳でない溜池は歴史的溜池であって，近時用水計画の拡大と土木技術の進歩は相まって香川の溜池も大規模となりつゝあり，最近では内場，長柄のコンクリート重力堰堤の貯水池が完成し面目を一新しつつある．さらに香川の用水源として隣県吉野川の河水を導水せんとする構想が綜合開発の名のもとに生れつつある．古人が営々として築き修築し累積して数万個に達すると云われる香川の歴史的小溜池も，今やその農業用水源としての価値を批判される時代に立ち至っているが，その為めにも以上の諸問題を解明することが要求されるであろう．

この報告は以上の困難にして多岐に亘る諸課題の解答としては遙に遠いものであるが，香川県当局が1952年に調査した県下の溜池調査資料を中心として二三の資料を参考にして香川の溜池の実態の一部にふれたものである．

II. 香川の溜池が灌漑水源として占める割合．

香川県には溜池が多いと云われるが，それは次の統計を見ると数字的に理解することが出来る．すなわち表—1が示すように全国平均では水田の67.9%までが河川を水源として利用し，溜池利用は僅に18.2%であるのに対して香川県はその比率を逆転し溜池利用が70.4%で如何に香川の水田が溜池に依存しているかがわかる．この香川県の溜池利用率70.4%は全国的に見て群を抜くもので第2位の奈良県で44.9%，つづいて概して高率なのは兵庫（43.6)，大阪（43.2)，広島（34.4)，和歌山（34.4)，福岡（29.9)，山口（29.6)，長崎（28.9)，岡山（27.9)，愛媛（27.8)，などの諸府県で，その分布を見ると溜池利用率の大きいのは主として瀬戸内海関係の地帯であることは香川の溜池を考える場合その辺域として注目すべきことであろう．また溜池利用率の小さい言い換えると河川利用率の大なる地帯は全国平均の示すように多府県に亘るが80%以上のものは北海道の90.6%を最高に東京（87.3)，富山（86.4)，山梨（86.2)，埼玉（84.1)，鳥取（83.9)，山形（83.0)，栃木（82.5)，新潟（81.2)，高知（80.9)，長野（80.8)，などの諸府県で概して山岳大河川の多い地帯であることも香川の溜池を考える際その対象地域として参考となろう．

表—1　全国灌漑水源別水田比率（%）

府県＼水源	溜池	河川	湖沼	井戸	湧水	天水	その他
北海道	7.5	90.6	0.9	0.1	0.4	0.1	0.5
青森	14.7	78.7	1.6	0.6	1.8	0.6	2.0
岩手	15.6	74.5	0.5	0.2	5.0	2.8	1.4
宮城	13.9	75.8	3.4	0.1	1.3	3.7	1.8
秋田	19.7	70.3	2.0	1.7	4.7	1.0	0.6
山形	9.1	83.0	1.8	0.7	3.1	1.1	1.2
福島	17.6	64.7	6.6	0.4	5.0	4.6	1.1
茨城	11.9	57.0	3.7	1.9	5.9	17.1	2.5
栃木	5.0	82.5	0.2	0.9	6.9	4.1	0.4
群馬	8.2	79.2	1.6	1.2	4.3	5.4	0.1
埼玉	5.0	84.1	0.8	1.8	1.6	6.5	0.2
千葉	17.9	41.2	2.4	3.1	8.5	25.0	1.9
東京	1.6	87.3	0.4	0.9	8.4	1.3	0.1
神奈川	5.2	77.1	0.1	0.2	7.7	9.4	0.3
山梨	4.0	86.2	0.9	0.2	7.7	0.8	0.2
長野	9.2	80.8	1.0	0.1	6.0	1.9	1.0
新潟	9.0	81.2	0.9	0.8	3.6	3.0	1.5
富山	8.0	86.4	0.4	0.8	3.9	0.3	0.2
石川	22.6	63.8	3.0	0.7	5.6	2.5	1.8

福井	6.1	81.0	0.5	0.4	0.4	3.6	8.0
岐阜	10.3	68.6	0.5	5.2	0.7	7.0	7.6
静岡	12.4	67.9	1.2	2.0	7.6	7.7	1.2
愛知	20.7	68.2	0.2	2.0	5.3	3.0	0.6
三重	22.2	58.2	1.2	2.5	6.4	8.5	1.0
滋賀	16.2	52.5	6.9	10.3	6.8	5.6	1.7
京都	22.1	63.1	6.7	1.4	7.8	2.8	2.1
大阪	43.3	50.8	0.2	2.0	1.5	1.8	0.4
兵庫	43.6	47.9	0.3	2.4	3.6	0.9	1.3
奈良	44.9	37.0	0.1	4.5	5.9	7.2	0.4
和歌山	34.4	55.1	0.9	0.3	4.7	3.3	1.3
鳥取	11.9	83.9	0.8	0.1	1.8	1.3	0.2
島根	21.1	65.6	0.7	0.1	7.2	4.4	1.3
岡山	27.8	60.2	0.1	0.4	3.2	7.9	0.4
広島	34.4	51.1	0.5	1.4	5.8	5.9	0.9
山口	29.6	54.5	0.1	2.3	8.5	4.3	0.7
徳島	11.3	73.0	0.7	4.7	3.3	4.8	2.2
香川	**70.4**	**16.3**	**1.2**	**4.6**	**5.2**	**1.5**	**0.8**
愛媛	27.8	49.3	0.3	4.1	12.4	4.0	2.1
高知	**4.2**	**80.9**	**0.4**	**2.4**	**6.5**	**4.5**	**1.1**
福岡	29.9	62.2	0.5	1.1	2.8	3.1	0.4
佐賀	22.0	66.8	1.3	2.6	3.7	2.0	1.6
長崎	28.9	51.7	1.2	0.7	12.8	4.2	0.5
熊本	11.4	74.9	0.7	1.7	7.6	2.9	0.8
大分	23.4	64.5	0.5	0.7	7.1	3.3	0.5
宮崎	11.4	67.8	0.3	0.8	8.5	10.2	1.0
鹿児島	8.4	70.7	0.6	0.5	8.4	10.7	0.7
沖縄	7.4	48.7	0.8	1.2	21.5	19.6	0.8
全国平均	**18.2**	**67.9**	**1.4**	**1.6**	**5.1**	**4.9**	**0.9**

附記. 状態別耕地に関する調査（帝国農会1943年）より算出.

III. 地形図を用いた図上調査

前項の統計から見ても香川県の溜池の灌漑水源としての重要性を理解することが出来るが，果して如何なる状態に存在しているのであるか，先ず概略ではあるが手近な調査方法として地形図(1:50000) を用いて図上調査を行ってみた. 地形図（地理調査所発行）は我国地形図の基図であってその精度からみて大なる誤はないと考えられる. 図上に記載されている溜池及水田を色分けし，溜池の個数を中心としてその大小，分布，などを調べてみると表―2及図―1ような結果となる.（但し小豆島及島嶼部を除いた. 以下香川県として挙げる数字は凡て同様である.）

表―2　地形図上調査による溜池個数

水面積	個数	%	環境	個数	%	標高	個数	%
10ha 以上	49	2	野池	548	28	100m以上	245	12
1 ～ 10	588	30	麓池	1,237	62	100m以下	1,741	88
1 ～ 0.4	1,349	68	山池	201	10			
計	1,986			1,986			1,986	

すなわち図上で数えられる溜池総個数は 1986個で地形図の縮尺からその水田面積は大体0.3～0.5ha 平均0.4ha 程度以上の溜池と見られるので，香川県にはかかる溜池が約2000個あると云うことが推定される訳である. さらに図上水面積からその大小を大別してみると10ha以上の大きい溜池は49個（2％）で1ha以下の小溜池は1349個（68％）に達し小規模溜池が特に多いことが想像される. なお溜池総水面積を概算すると5089haとなり，香川県水田面積の約14％に相当することとなる. さらに溜池の環境立地を図上から識別分類すると，山池（周辺が凡て山地）が201個，

麓池（周辺が山地及水田）が，1237個，野池（周辺が凡て水田）が548個となり，その過半数62%までが麓池であることがわかる．また標高からみるとその大部分の1741個（88%）までが100m以下に立地していることになる．

次に平面的分布を概観すると図―1に示すように，西部三豊郡，中部綾歌郡，東部木田郡を中心として密度大であり，その間に挾れた仲多度郡及香川郡地帯に概して密度小であることを示している．この密度小なる地帯は概して大きい溜池が分布しさらに香川県でも代表河川である土器川及香東川の流域で河川利用が或る程度可能なためであろうか．

以上地形図上の調査は至って概要にすぎないがその精度から香川の溜池を概観することは出来るであろう．なお香川の溜池を知るために対象県として高知県を採り同様地形図上調査を行ってみた．両県は同じ四国島に立地しながらその地勢，気象など自然的条件が甚だ相反的な性格をもっている．地勢的にみても香川県は北面して平坦丘陵性であるのに対して高知県は南面して山岳性で平坦地少く，また河川では香川県には見るべきものがないが高知県には渡川，仁淀川，物部川，奈半利川，吉野川（上流）などの水量豊富なる大河川が多い．気象特に降水量では香川県は全国的にも少降雨県で年雨量平均1138mm（多度津）に対して高知県は代表的多雨県で平均2361mm（高知）を示し香川の2倍以上である。両県総面積も香川県の1862km²に対し高知県は7104km²で代表的小県と大県であるが，ここに灌漑水源と密接な関係にある水田面積は香川県の36200haに対し，高知県の36000haで甚だ類似していることは用水源検討のさい好適なる対象県と云えるであろう．両県の自然的条件の相異は用水源別水田比率（表―1参照）にも明瞭に現れ香川県の70.4%に対し高知県の溜池利用率は僅に4.2%にすぎず，香川県が代表的溜池県とすれば高知県は代表的河川県である．したがって高知県には溜池が非常に少いであろうことは想像されるが香川の場合と同様地形図（1:50000）上で高知県下の溜池個数と分布を調べてみるとその総個数僅に101個にすぎず，しかも水面積は甚だ小さく分布も概して東部及南部の海岸よりの台地に点在するにすぎない．香川県の溜池は高知県の調査によって更にその性格を明確にすることが出来るであろう．

IV. 香川県溜池調査資料による検討

この調査資料は香川県当局が昭和27年に県下各市町村別に溜池の名称と池敷面称及灌漑水田面積を調査した言わば香川県溜池台帳とも云うべきものである．調査方法の性質上或る程度の誤差はまぬかれないが，従来かかる程度の調査も皆無であったことを思えば前記地形図上の調査とはまた別の意味での香川の溜池の実態を知る上に一つの根拠を与えるものであろう．たゞ調査項目が少く僅に個数とそれに関連する二三の面積を知り得るに過ぎないことは遺憾である．この資料より得られる香川の溜池の総括を表―3及図―2に示す．

(1) 溜池の個数と分布について

この調査から集計すると，香川県の溜池総個数は17,788個となる．前記地形図上調査による1986個に比し約9倍の増加である．しかし現地を踏査してみると二三の町村の例ではあるがこの調査に漏れているものもかなり存在する模様であるからこれから推して香川の溜池の実数はさらに増加するものと考えられる．これを郡市別個数とその分布をみると綾歌郡の4359個（24,5%），三豊郡の4322個（24.3%）が最も多く両郡で全県個数の約半数を占めている．つづいて大川郡の16.6%，木田郡の14.7%でその間に在る香川郡は9.5%，仲多度郡は7.7%で概して少い．この結果は前記地形図上調査による分布傾向と一致し次項の水田面積との関係検討によって更に明瞭となる．

さらに一町村当平均個数では全県平均122個で最大は綾歌郡の171個，最小は市部を除けば仲多度郡の69個である．なお個々の町村では1村にして788個を有する三豊郡二の宮村を最高と

表—3, 香川県溜池に関する総括表

郡市別	市部	大川郡	木田郡	香川郡	綾歌郡	仲多度郡	三豊郡	県合計又平均
町村数	7	23	16	20	25	20	34	145
溜池個数	279	2,953	2,620	1,681	4,359	1,374	4,322	17,788
同上 %	2.7	16.6	14.7	9.5	24.5	7.7	24.3	100
一町村当平均溜池個数	40	126	161	84	171	69	127	122
池敷面積 (ha)	203.7	680.5	965.2	589.3	1,055.2	692.4	1,443.6	5,638.9
同上 %	3.8	12.1	17.1	10.4	18.7	12.3	25.6	100
一町村当平均池敷面積 (ha)	29.0	29.6	60.3	29.5	42.2	34.6	42.5	31.0
水田面積 (ha)	2,910.6	4,856.5	4,771.1	4,245.0	7,384.3	4,837.1	7,207.5	36,211.9
同上 %	8.0	13.4	13.2	11.7	20.4	13.4	19.9	100
溜池灌漑水田面積 (ha)	1,487.2	3,164.2	4,551.9	2,293.0	5,973.4	3,629.5	5,856.7	26,955.9
同上 %	5.5	11.7	16.9	8.5	22.2	13.5	21.7	100
溜池灌漑面積／水田面積	0.51	0.65	0.95	0.54	0.81	0.75	0.81	0.75
池敷面積／水田面積	0.06	0.14	0.20	0.14	0.14	0.14	0.20	0.16
池敷面積／溜池灌漑面積	0.14	0.22	0.21	0.26	0.18	0.19	0.25	0.21

附記 水田面積は農業センサス (1950) による.

し，同郡神田村の717個，同郡財田村の675個，香川郡安原村の626個などが多く1町村300個以上の溜池を有するもの15ケ町村に及んでいる．これらの町村は村面積も概して広いが殆んど山麓に立地し村内の溜池は下流隣接町村において利用される場合が多いようである．溜池皆無の町村は僅に3ケ町村で海岸或は平坦部の小町村である．

(2) 溜池の池敷面積について

池敷面積（満水面積＋堰堤敷面積），すなわち溜池の大小についてみると17788個は表—4のように分類される．

表—4 池敷面積

池敷面積	0.1ha以下	0.1～1.	1.～5.	5.～10.	10以上	計
個数	12,471	4506	661	84	66	17,788
同上 %	70.1	25.3	3.7	0.5	0.4	100
池敷面積 (ha)	1,886.92		1,427.76	568.34	1,755.88	5,638.90
同上 %	33.4		25.3	10.1	31.2	100
1個当平均面積 (ha)	0.11		2.16	6.85	26.6	0.32

これによると総個数の70.1%までが0.1ha以下の小溜池であり，1ha以下は16977個で実に95.4%を占めている．このことは如何に香川の溜池が小規模であるかを示すもので，香川県の地勢が小流域に分岐し小溜池築造の適地に恵れていると云う自然的条件にもよるだろうが，むしろ開拓の歴史古く早くより用水源の必要から局地的に数反歩数町歩の開田を対象として小溜池を築造し来たった歴史的累積の結果ではなかろうか．かくして溜池築造の年代を異にするため親池子池孫池と重り合い用水路も錯綜し複雑なる水利系統と用水慣行を生む結果ともなっているとも考えられる．

17788個の溜池の総池敷面積は5638.9haで，これは木田郡の全水田面積に更に約1000haを加えた面積に相当する．これを大小によって分類すると表―4のように．個数は小溜池ほど極端に多いがその占める池敷面積は逆に大溜池の方が多く総池敷面積の66.6%までが1ha以上の811個（全個数の4.6%）で占有している訳である．したがって池敷面積の点から溜池を問題にするならば個数の多い小溜池よりはむしろ少数ではあるが大溜池を対象とすべきであろう．

池敷面積の全県平均は1個当0.31haの狭少なものとなるが10ha以上66個の平均は26.6haでかなり大面積となる．大溜池を個々についてみると104haの満濃池が最大で規模から云ってもやはり香川の代表的溜池である．この満濃池は最近嵩上工事を行い水面積138.5haに拡大されその貯水量も従来の約2倍の1540万立方米に増大されつつある．つづいて65haの神内池，61.4haの北条池，59.4haの城池，54haの小田池，52haの岩瀬池などが50ha以上の溜池で夫々地方の代表溜池である．最近築造された内場池及長柄池は多目的性格をもったものであるが本調査には記載されておらず集計の内に加えなかったがその水面積は夫々48.6ha及35.7haで，その堤体もコンクリート重力堰堤で香川県の代表溜池として加わった訳である．なお池敷面積5ha以上の溜池150個を分類すると表―5のようになる．

表―5　池敷面積5ha以上の溜池分類

池敷面積 (ha)	70 以 上	60 ～ 70	50 ～ 60	40 ～ 50	30 ～ 40	20 ～ 30	10 ～ 20	5 ～ 10
個　数	1	2	3	2	6	8	44	84
累加個数	1	3	6	8	14	22	66	150

(3)　池敷面積と水田面積との関係

溜池を問題とする場合その溜池によって灌漑されている耕地面積との関係が甚だ重要である．しかし1個の溜池が支配する水田面積を明確にすることは困難なる場合が多い．山間の小流域に孤立した溜池とその周辺水田のような場合はかなりこの点明瞭であるが，香川県の大部分の溜池のように親池，子池，孫池と重り合い順次余水を貯溜し，さらに平坦地では数個の溜池が横に連絡し合って複雑に交流している状態では一個の溜池が支配する水田を区別することは至難である．例えば満濃池の受益水田面積は一応4600haと云われているが，その関係地域は実に1市3町16ケ村にまたがり，その水利系統に包含される溜池数は1000個に余り，更にこれらの溜池の外に河水，地下水などによって補給されているのが実状であって満濃池の貯水だけで果して何ha灌漑しているかを示すことは殆んど不可能に近い．かくの如く個々の溜池とその灌漑面積との関係は複雑であるが一応町村別にその関係を検討することによって大体の関連性を推定することが出来るであろう．この関係は検討範囲が拡大されるにしたがって更にその誤差は小となり香川県では郡別に見るとき殆んど無視しうる程度となろう．

さて溜池と灌漑面積との関係を検討する場合溜池の貯水量が重要な要素となるが本調査では遺憾ながらこれを欠いている．したがって池敷面積とその灌漑面積及水田面積との関係について検討してみよう．

香川県全体としては池敷面積は前述のように5638.9haであってこれは水田面積の16%に当る．前記地形図上調査の概算で得た5089ha（14%）とは大差なく，個数において約9倍に増加したことと併せ考えるとき地形図上に記載し得ないような小溜池が如何に多いかと云うことをこれからも知り得る．これを郡市別にみると木田郡，三豊郡はともに20%で特に溜池によって広い土地が占有されていることを示し，その他の郡は14%程度である．この比率を溜池個数

比率と併せ考えると木田郡，香川郡，仲多度郡は大きい溜池が多く，綾歌郡は小溜池が多く，三豊郡は比率共に大で大小溜池が多いことを示している．さらに代表的町村についてみると，その比率が 142% の木田郡東植田村の如きは池敷面積が同村水田面積をはるかに超えており50%以上のもの5ケ町村が数えられる．

次に水田面積のうち溜池による灌漑面積の比率は全県で75%となる．前記全国統計で示した70.4%は島嶼部を含めた場合である．これを郡別にみると木田郡の如きは95%までが溜池に依存し，綾歌郡，三豊郡の81%がこれに次いで高率である．概して低率なのは大川郡の65%，香川郡の54%で，仲多度郡の75%が中庸率を示している．これは溜池の分布で認められた傾向と一致している．

最後に池敷面積と溜池による灌漑面積との関係をみると全県で21%となる．すなわち全県平均では水田1町歩に対して溜池は約2反歩に相当する訳で1個の溜池は平均して自己の占める面積の約5倍の水田を灌漑していることを意味している．これを郡別にみると香川郡の26%，三豊郡の25%は高率で池敷面積の約4倍の水田しか灌漑していないことになる．香川の溜池が如何に水深の浅い広い溜池であるかを理解することが出来る．今后主要河川の上流部に大なる溜池を築造するか，或は綜合開発によって吉野川の導水が実現する暁にはこれら香川の群小溜池の大部分は無用となり，もし仮にその半数を水田化するとしても約8000haの水田を増加することとなる訳である．

以上諸検討は郡市別，町村別など行政区域によって行ったものであるが，溜池に関する調査は水系別に検討する必要がある．しかし水系は上流地域ではかなり明瞭に区別しうるも，中下流平坦部に至るにしたがって数多の水系が交錯交流して区別し難く本調査程度の概要調査では更に困難である，ただ幸にして香川県では主要河川の水系域は郡区域とほぼ一致し僅に綾歌郡と仲多度郡が交錯しているにすぎない．したがって前記郡別検討は夫々の郡を支配する代表河川の水系的性格と一致するものとみて大差なかろう．すなわち香川郡は香東川水系の，仲多度郡は土器川水系の夫々性格を示して溜池概して少く，綾歌郡は綾川水系の，三豊郡は財田川水系の木田郡は新川水系の夫々性格を示して溜池概して多く，また大川郡は鴨部川，津田川水系の平均性格を示しているものとみて大なる誤はないであろう．

V 概　　　括

以上香川県下の溜池について地形図と香川県溜池調査書により，主としてその個数，分布，池敷面積及びこれと関連する水田面積との関係などについて検討したが，これに用いた資料及その調査方法の性質上現在のところこれ以上香川の溜池の実態を探る根拠は得られないようである．

結論的に云って香川の溜池については現在なお個数さえもその実数は詳でない状態にあると云う外はないが一応以上の検討を通じて見られる要点を摘記すると次のようなものである．

(1) 香川の溜池を検討する場合には水文，地理，土木などの自然及技術の分野の外に歴史，経営，政策などの面からも調査研究する必要がある．

(2) 香川の溜池が農業用水源として占める割合は75%（島嶼部を含めると 70.4%）で全国第一位にあり，如何に溜池に依存しているかがわかる．

(3) 香川の溜池を検討する場合高知県は好適なる対象県としての性格を持つている．

(4) 香川県下の総溜池個数調査書によると17788個（5万の1地形図上では 1986個）で更に詳細に調査すれば増加する見込である．

(5) 1町村当全県平均は122個，郡別平均最大は綾歌郡の171個，1ケ村で最大は三豊郡二の宮村の 788個である．

(6) 溜池の分布密度では綾歌，三豊の2郡に多くて全県個数の約半数（48.9%）を占めている．

(7)　池敷総面積は5638.9haで，これは木田郡の水田面積に更に約1000haを加えた面積に相当する．

(8)　溜池１個当池敷面積は全県平均で0.31haの狭小なものとなるが，10ha以上の平均は26.6haでかなり大きく，最大は満濃池の104で50ha以上のもの６個を数える．

(9)　池敷面積１ha以下のもの16977個で総個数の95.4%を占め如何に小溜池が多いかがわかる．

(10)　池敷面積の大きい溜池は個数は少いがその占める面積割合は大で１ha以上の811個（全個数の4.6%）で池敷総面積の66.6%を占有する．土地問題から云えば大溜池を対象とすべきである．

(11)　水田面積に対する池敷面積の比率は全県で16%，郡別比率では木田郡，三豊郡が高率で夫々20%である。

(12)　池敷面積と溜池灌漑面積の比率は全県で21%，すなわち１個の溜池は自己の占める面積の約５倍の水田しか灌漑していない訳である．香川，三豊の２郡は特に高率で約４倍である。

(13)　溜池の環境立地では麓池が多くて62%を占め，標高では100m以下に立地するものが大部分で88%である．（地形図上調査による．）

(14)　溜池の水系別性格は香川県においては郡別性格とほぼ一致するものと考えて大差はなかろう．

香川県には農業水利上の問題は多い．今后畑地灌漑，水稲二期作などの用水問題を控えて更に新しい水利問題が起りつゝある。これほど多くの溜池を以てしても現在なお用水は潤沢ならず，加えて古い溜池は漸次老朽化しその改修を要するもの65%に達すると云はれている．これら諸問題を解決しつつ将来の綜合的水利計画と事業実施の前提として，またその計画に指針を与える基礎資料として香川の溜池の実態は困難ではあるが究明しなければならない重要課題であろう。

附記　この調査は1954年度文部省科学研究費交付金によって行ったものの一部であることを附記し，併せて，貴重な資料を貸与された香川県土地改良第二課堀順一、森弥一両技師の御厚意に対し感謝する．

Résumé

In Kagawa Prefecture many irrigation veservoirs are distributed. This report concerns the outline of the research on their number, sizes, distribution and irrigation areas.

図―1　香川県溜池分布概略図

―地形図（1：50000）による―

溜池総個数　1986個：
⊙ 水面積約10ha以上のもの
⊗ 新設貯水池

図—2 香川県主要溜池分布図

—香川県溜池台帖により作図—

記号	池數面積 (ha)	個数
・	1 ～ 5	661
◐	5 ～ 10	84
○	10 以 上	66

Cercospora beticola の培地上に於ける胞子形成並胞子の形態に及ぼす2,3の要因に就て

内藤中人・高原 弘

Some factors affecting the production and morphology of conidia in culture of *Cercospora beticola* Sacc.

By Nakato NAITO and Hiroshi TAKAHARA (Laboratory of Phytopathology)

(Received September 13, 1954)

Cercospora 菌は一般に人工培地では分生胞子の形成が悪く研究上種々支障を来す事は周知の通りである．又菌の形態が寄主，環境により変化し易く分類学上屢々問題となる事も多くの人に指摘されている．筆者等[8]はさきに菠薐草褐斑病菌を甜菜褐斑病菌 *Cercospora beticola* Sacc. と同定したが，その研究に当り本菌の主として培地上に於ける胞子形成，胞子の形態等に及ぼす要因に就ても 2, 3 の実験を行った．

1. 供試材料 供試菌は前報[8]に用いたと同一の甜菜褐斑病菌（*C. beticola* Sacc.）である．本菌の分離直後は馬鈴薯煎汁寒天でも分生胞子を形成したが，間もなく同培地では新しく移植しても胞子を形成しなくなったので，本実験に於てはこのように馬鈴薯煎汁寒天では既に形成能力を失ったと考えられる培養を用いた．尚使用培地の処方は次の通りである．

甜菜葉煎汁，シロツメクサ葉煎汁，胡蘿蔔根煎汁（夫々の植物の生の茎葉或は胡蘿蔔根750g，蔗糖15g，水 1 L)，胡蘿蔔葉煎汁加ペプトン加用合成（ペプトン5g，NH_4NO_3 0.25g，K_2HPO_4 0.25g，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.1g，$FeCl_3$ 2 %液数滴，蔗糖12.5g，胡蘿蔔葉煎汁500cc)．胡蘿蔔葉煎汁粕（胡蘿蔔の生の茎葉煎汁の残滓)，小麦藁煎汁（乾燥小麦茎葉200g，蒸溜水 1 L)，イースト煎汁(圧搾酵母70g，蒸溜水 1 L)，玉蜀黍，ツアペック合成培地は滝元[9]と，其他の培地は前報[8]と同一処方である．

第1表 寒天培地に於ける胞子形成並胞子の形態比較

培地の種類	胞子密度	長さ (μ) 測定数	長さ (μ) 範囲	長さ (μ) 平均	隔膜数(個) 測定数	隔膜数(個) 範囲	隔膜数(個) 平均	幅 (μ) 測定数	幅 (μ) 範囲	幅 (μ) 平均
胡蘿葉煎汁	+++	180	25～250	120.9	180	2～24	8.5	180	3.8～6.3	5.0
菠薐草葉煎汁	+++	170	30～301	118.6	170	0～20	8.5	170	1.5～6.3	4.1
甜菜葉煎汁	++	100	20～200	92.7	100	0～13	6.3	100	2.5～5.0	3.3
胡蘿蔔葉煎汁加ペプトン加用合成	++	170	20～330	108.3	170	0～18	7.7	170	2.5～6.3	3.5
葡萄糖加ブイヨン	++	183	20～200	80.2	180	2～16	6.6	180	2.5～5.0	3.5
玉蜀黍煎汁	++	100	40～335	121.0	100	0～14	6.0	100	2.5～5.0	3.7
小麦藁煎汁	++	110	20～231	150.0	110	0～20	9.2	110	1.5～5.0	2.6
胡蘿蔔葉煎汁粕	+	108	10～160	77.9	108	2～15	7.0	108	2.5～5.0	3.3
アスパラギン加用合成	±	40	10～160	59.5	40	2～8	3.8	40	2.5～5.0	3.0
シロツメクサ葉煎汁	±	20	—	62.0	20	—	5.4	19	—	3.3
ツアペツク氏	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
胡蘿蔔根煎汁	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
天然の胞子		110	20～220	88.4	110	1～18	6.9	110	2.5～6.3	4.6

2. 培地の種類と胞子形成並胞子の形態との関係　15種寒天培地を試験管に分注移植後25°Cで7～12日培養した菌叢の一部を取り，胞子形成の有無並胞子の形態を調べた．尚隔膜は沃度沃度加里で染色後算えた．又一定面積菌そうの表面を白金耳でなでたものを一定量の水滴中に落し，1視野中の胞子を調べ胞子密度を現わした．イースト煎汁，稀薄醤油，馬鈴薯煎汁，ペプトン加用合成では全く胞子を形成しなかったが，形成した培地のみの結果を示すと（第1表），胞子形成は胡蘿蔔並菠薐草葉煎汁が最良で，蕪菜葉煎汁，ブイヨン，小麦藁煎汁，玉蜀黍煎汁，胡蘿蔔煎汁加ペプトン加用合成之に次ぐ．アスパラギン，シロツメクサ葉煎汁，ブイヨン，胡蘿蔔葉煎汁粕の胞子は天然のものに比べ稍々小さいが，其他の培地では大きく特に小麦藁煎汁で最大である．又アスパラギン，胡蘿蔔葉煎汁粕の胞子のみは多少奇形を呈した．

次に胞子形成期間を明らかにするため菠薐草葉煎汁等6種の寒天培地を試験管に約20cc宛分注し25°Cで培養したものを，7日毎に各区3本宛の試験管に就き調査した．その結果（第2表）培養の進むに従い胞子密度の少い傾向は各培地とも一致しているが，形成期間は培地の種類により多少異り蕪菜葉煎汁では移植後約21日前後，其他の培地では約35～42日である．Vestal[12]は移植後12～20時間で胞子形成が見られ48～92時間後に胞子が最も多いと述べ，Nagel[5]は移植後40時間で形成し始め8～12日で停止すると述べているのに比べ，之等培地の形成期間は比較的長いと言えよう．

第2表．寒天培地に於ける胞子形成期間（25°C）

培地の種類 ＼ 移植後の日数	7	14	21	28	35	42	49	56
胡蘿蔔葉煎汁	⧻	⧻	⧻	⧺	⧺	+	−	−
胡蘿蔔葉煎汁加ペプトン加用合成	⧺	⧻	+	+	±	−	−	−
蕪菜葉煎汁	⧺	⧺	+	−	−	−	−	−
菠薐草葉煎汁	⧻	⧻	⧻	+	+	+	−	−
葡萄糖加ブイヨン	⧺	⧺	+	+	±	−	−	−
小麦藁煎汁	⧺	⧺	⧺	+	+	−	−	−

3. 温度と胞子形成並胞子の形態との関係　胡蘿蔔葉煎汁を試験管に20cc宛分注移植後各種温度に保ち，7日毎に各区3本宛の試験管に就き胞子形成と温度との関係を調べた．其の結果（第3表）によると温度が高い程形成期間は短く，又35°Cでは僅か形成されたのみであるが，10°Cでは発育は悪いに係らず胞子密度は可成り大きかった．尚菌糸の発育，胞子密度，胞子形成期間の3点より検討すれば胞子形成最適温度は25°C附近と見られNagel等[6]の24°～27°Cと大体一致する．

第3表　胡蘿蔔葉煎汁寒天培地に於ける胞子形成期間と温度との関係

温度°C ＼ 移植後の日数	7	14	21	28	35	42	49	56
35	+	−	−	−	−	−	−	−
30	⧻	⧻	⧺	+	−	−	−	−
25	⧻	⧻	⧻	⧺	⧺	±	−	−
20	⧻	⧻	⧻	⧺	⧺	+	−	−
15	⧻	⧻	⧻	⧺	⧺	⧺	+	−
10	⧺	⧻	⧻	⧻	⧺	⧺	+	−

次に同様の方法で12日間培養した試験管5本宛に就き胞子の形態と温度との関係を調べたところ（第4表），胞子の長さ，隔膜数の温度による差は左程著しくないが，胞子の長さは 25°C で最大でそれより高い程小さく，25°C 以下では殆んど差がない．中田等[7] は高温では隔膜20以上に達し低温では 2〜4ケであると述べ，Coons 等[1] は17°〜18°C では小さく且隔膜も少く，27°〜29°C では長いとしているが，筆者等の結果と稍々異っている．

第4表　胡蘿蔔葉煎汁寒天培地に於ける胞子の形態と温度との関係

温度 °C	長さ (μ)			隔膜数		
	測定数	範囲	平均	測定数	範囲	平均
35	108	20〜260	92.0	100	2〜16	7.6
30	159	30〜225	110.6	100	2〜18	9.4
25	180	25〜250	120.9	180	2〜24	8.5
20	106	30〜220	94.2	92	2〜18	8.7
15	58	20〜200	90.0	56	2〜18	8.0
10	91	20〜185	100.0	62	2〜18	9.3

4. 菌そうの位置と胞子密度並胞子の形態との関係　Coons 等[1]によると本菌は菌そう周辺部に胞子が多いという．筆者等もペトリ皿の胡蘿蔔葉煎汁寒天に25°C で12日間培養し，菌そう周辺部中心部及中間部に於ける胞子密度並胞子の形態を調べたところ（第5表），両者共周辺に近い程大で特に中心部胞子の長さは周辺のものの約1/3に過ぎない．培養初期にはこの傾向を認めないが，漸次著しくなるようである．胞子の多い菌そうは緑色を帯びるに反し然らざるものは白色であるから肉眼でも胞子の有無は見当がつくが，菌そう表面の色も培養の進むに従い中央部は白色，周辺部のみ緑色を帯びる．

第5表　胡蘿蔔葉煎汁寒天に於ける菌叢の位置と胞子形成並胞子の形態との関係

菌叢の位置	胞子密度	胞子の長さ (μ)			胞子の隔膜数		
		測定数	範囲	平均	測定数	範囲	平均
周縁より5mm迄	+++	70	55〜320	268.8	84	3〜22	10.6
〃 5〜15mm	++	84	40〜320	166.6	56	2〜26	12.5
〃 15〜25mm	+	46	20〜220	92.0	45	2〜18	8.1

5. 水素イオン濃度と胞子密度並胞子の形態との関係　NaOH と HCl で各種 pH に規正した胡蘿蔔葉煎汁約25cc宛をペトリ皿に分注移植後，20°C で10日間培養し検鏡した．尚胡蘿蔔葉煎汁の pH は5.3である．その結果によると（第6表）pH3.2以下では発育せず4.2では僅かに発育し胞子も極く少数認められた．5.3〜10.0く では胞子の密度にあまり差がない．尚胞子の大きさは5.3 で最大で他は殆んど差がない．

6. 蔗糖濃度並胡蘿蔔葉煎汁濃度と胞子密度との関係　各種濃度の蔗糖を加えた胡蘿蔔葉煎汁液25cc宛を3角フラスコに分注移植後，10°〜20°C の室温で20日間保ち胞子の密度を調査した．その結果5％迄は大で，10％では僅か形成することがあるが15％以上では全く見られない．柳内等[10,11]はツアペック氏合成培地に甜菜煎汁を種々の比に混じたところ，煎汁の量が増すにつれ胞子形成も多くなることを指摘した．筆者等も胡蘿蔔葉煎汁を夫々 0，2，4，8，10倍に稀釈した5種の寒天

第6表　水素イオン濃度と胞子形成並胞子の形態との関係

培養前 pH	培養後 pH	胞子密度	胞子の長さ(μ) 測定数	範囲	平均	胞子の隔膜数 測定数	範囲	平均
10.0	8.6	+	96	20～200	77.0	96	1～21	6.2
8.8	7.3	+	94	30～150	60.0	94	1～12	5.1
7.5	6.9	+	88	30～180	78.0	88	1～12	6.5
6.5	6.4	+	80	20～250	73.5	81	2～15	5.2
5.3	5.3	+	92	20～300	127.5	92	1～25	5.8
4.2	4.1	±	0	—	—	—	—	—
3.2	3.3	—	0	—		—	—	—

培地に25°～32°Cの室温で10日間培養し比較した．その結果菌そう直径の差は余りないが濃度が薄い程菌そう薄く，胞子密度も減少し，8，10倍区では極く僅か形成することがある．

7. 純粋培養以外の場合に於ける胞子形成　寄主罹病部を切取り湿室に保つと屢々新胞子を多数形成することは従来多くの菌で観察されている．筆者等も採取後可成り日数を経た本病罹病葉被害部を切取り湿った濾紙を敷いたペトリ皿中で25°Cに保ち，24時間後多数の新胞子を認めた．従って培地の菌そうでも同様の現象が推定されたので，馬鈴薯煎汁寒天に20日間培養したペトリ皿或は試験管培養をそのまま硝子鐘内で飽和湿度に保ったところ多くの場合7～10日で多数形成された．菌糸片特に予め乾燥させたものを載せたスライドグラスを同様処置しても同じ結果をえた．又馬鈴薯煎汁，稀薄醤油寒天上の胞子を形成しない菌糸或は胡蘿蔔葉煎汁其他の培地で一定期間経過し既に胞子の認められぬ菌そうの1片を，鉢植にした菾菜，菠薐草，ソバの葉上乃至その土壌表面に置き，鉢を硝子鐘で別々に7～10日間覆うた時も同様で，然もこの場合切片を置く箇所が有傷と無傷で差異なく且胞子の大きさは植物の種類により可成りの差を認めた．然し同様の菌そうを湿室にしたペトリ皿に入れるか，菠薐草，菾菜葉を切取り同様のペトリ皿内に置きその上に菌糸片をおいたものを25°Cに保つ時は多くの場合殆んど形成を見なかった．Lewis[illegible]もフラスコに入れた土壌上に葉片を入れ殺菌後葉片に菌を移植すると *C. Apii* は胞子を形成するが，葉片のみでは形成しないことを観察している．

8. 考　察　胡蘿蔔，菠薐草葉煎汁寒天等では本菌胞子が多数形成されることより栃内等[10,11]が甜菜で指摘している如く之等の葉には胞子形成を促進する物質が存在するものと思われる．然して炭疽病菌等の分生胞子に於ては培地が乾固しない限り比較的長期に亘って胞子が存在するに係らず本菌の形成期間が概して短いのは，この促進物質が漸次消耗されるに従い胞子形成が減少して行くに反し，一旦形成された胞子は漸次発芽或は分解して行くためであろう．Matsumoto[4]は大豆紫斑病罹病粒に就き温度，湿度が高い程胞子の形成後直ちに発芽する傾向があるが，低温では発芽せずその儘残存すると報告している．筆者等も15°，10°Cでは発芽が相当悪い事を明らかにしているので，低温に於て形成期間の長い理由として発芽率の低下という事も否定出来ぬと思うが，高温のもの程分解過程にあると推定される胞子が多数観察されたのでこれも1原因と推定している．次に馬鈴薯煎汁寒天では分離直後は胞子を形成するにかかわらず間もなく形成しなくなる理由であるが，Houtson[2]は *Helminthosporium gramineum* に就き分離直後は寄主より摂取した胞子形成物質が菌体中に尚残存するためであろうと言う興味ある見解を披瀝しているので本菌の場合も或いはこのような事も推定される．このように本菌の胞子形成には或種の促進物質の存在が主要因をなすも

のと推定されるが，此等の物質を含まず従って胞子の形成されない馬鈴薯煎汁寒天上の菌そう，或いは胡蘿蔔葉煎汁等に移植後或一定期間を経てこのような物質が消耗しつくされたため胞子形成の見られなくなったと推定される菌そうでも，既述の如くこれを硝子鐘で或期間被覆すると屢々胞子形成が見られる事実は少くとも1種類の促進物質のみでは解釈出来難いようにも思われ，2種類以上の要因が関与しているのであろう.

摘　　要

1.　甜菜褐斑病菌（*Cercospora beticola* Sacc.）の人工培地に於ける胞子形成は胡蘿蔔並菠薐草葉煎汁寒天が最良で，胞子の大きさは培地の種類により可成り異る.

2.　胞子の形成期間は培養温度が高い程短く，25° C では培地の種類により移植後21～42日の範囲にある.

3.　胞子の形成並胞子の長さは25° C に於て最大で，胞子の隔膜数は温度により大差を認められない.

4.　菌そうの周辺部程胞子の密度，胞子の長さ共に大きく，特に中心部の胞子は周辺部の1/3位の長さに過ぎぬ.

5.　pH 5.3～10.0の範囲で胞子が形成されるが，胞子密度に pH が影響することは殆んどない.胞子の長さは pH 5.3 に於て最大で他は殆んど差異がない.

引　用　文　献

1. Coons, G. H. & Larmer, F. G. : Papers Mitch. Acad. Sci, 11:75～104 (1929) 〔Nagel(5)による〕
2. Houtson, B. R. & Ostwald, J, W. : Phytopath. 36 : 1049～1055 (1946)
3. Lewis, R. W. : Ibid. 20:329～337 (1940)
4. Matsumoto, T. : Ann. Phytopath. Soc. Japan 2:65～69 (1928)
5. Nagel, C. M. : Phytopath. 24:1101～1110 (1934)
6. ——& Dietze, S. M. :Ibid. 22, 20 (1932)
7. 中田・中島・滝元: 朝鮮総督府勧業模範場研究報告 6 : 1 ～33 (1926)
8. 内藤中人・高原弘: 香川農大学術報告6 (2):173～183 (1954)
9. 滝元清透:微生物学及植物病理学実験法 (1952)
10. 栃内吉彦・竹内昭士郎: 日.植.病.報17 (3, 4):186 (1953)
11. ——— :北日本病害虫研究年報 4 :108 (1953)
12. Vestal, E. F. :Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 168 (1933)

Résumé

1. In the present paper the writers describe the results of the experiments on the external factors affecting the production and the form of conidia in culture of *Cercospora beticola* Sacc.

2. The writers cultured the fungus on 15 kinds of media and found that the most abundant conidia were obtained when carrot-leaf or spinach-leaf decoction agar was used. On carrot-leaf decoction agar a temperature of 25°C was optimum for sporulation. Conidia were produced over the entire colony, but in greater numbers along the margins. We have also observed that the causal fungus produces many conidia at initial pH value of 5.3 to 10.0, while the amount of spores was almost not affected in the same range of pH.

3. The conidia appeared on some cultures within 3 days after inoculation and continued to be produced for about 25-42 days. When cultures were made under low temperature such as

15°C or 10°C, sporulation continued at a comparatively high rate for a comparatively long period.

4. The mean value of conidial length was greatly affected by the kind of media. At temperature 25°C, it was largest when cultured on wheat-straw decoction agar. On carrot-leaf decoction agar the temperature also influenced the size of spores, being largest at temp. 25°C ; however in temp. below the optimum, the effect upon the conidial length was almost not seen. The effect of pH upon the size was studied on carrot-leaf decoction at 20°C. Spores were largest in length at the initial pH value of 5.3. The size of spores also varied with the portion of mycelial mat. The spores produced at the borders of the colonies were largest in mean value. The mean length of spores at the central part of the colonies was only about 1/3 of that produced along the margins.

糊麻の採種栽培に関する一実験

桑 田 晃

An experiment on the seed growing cultivation of "Nori-Asa"

By Hikaru KUWADA
(Laboratory of Plant Breeding)

I 緒 言

新品種の種子の急速な増殖法は同一種内に生じた新品種の場合には一般の品種の夫れと同様であり，特に問題とならないが，異種或は異属間の交配に依って生じた新しい作物の場合には，その栽培法と共に新しい最も適当な方法が定められねばならない．筆者はこの目的からオクラ（*Abelmoschus esculentus*）(2n＝124) とトロロアフヒ（*Abel. Manihot*）(2n＝68) との間の人工交配に依って新しく育成された複二倍体である糊麻（*Abel. glutino-textilis*）(2n＝192)[1]につき適当な採種栽培法を知るために若干の実験を行ったので報告する．

本稿を草するに当り終始御懇篤なる御指導を賜った京都大学教授香川冬夫博士に対し深甚の謝意を表する次第である．

II 実験材料及び方法

糊麻の一系統を材料とした．試験区は条播と点播との2つに大別した．更に前者は畦幅を1.5尺，2.0尺，2,5尺及び3.0尺の4種とし，後者は畦幅，株間夫々4尺，3尺と5尺，3尺の2種とした．尚又条播の各畦幅区に於て，坪当りの仕立本数により20本，40本及び80本の3区を設け，点播の場合には，主茎の摘心による着蒴への影響をみるために，畦幅，株間夫々5尺，2.5尺と5尺，3.5尺の2種に夫々摘心と不摘心の2区を設けた．尚，条播の場合の播種量は反当3升の割合とし，発芽後2回間引を行って所定の仕立本数とした．点播の場合は5粒播とし，後2回間引を行い，1本仕立とした．摘心は7月下旬である．試験区は条播栽培の場合は各仕立区何れも3区制で，1区2坪である．点播栽培の場合は両区何れも4区制で，1区2坪である．摘心区と不摘心区の使用個体数は実験結果の所で示す．播種は5月1日で，施肥，中耕，除草その他の管理は何れも慣行法に従い，調査は10月24日に行った．

III 実験結果及び考察

条播栽培の実験結果は第1表に示す如くである．一定面積当りの蒴数は各畦幅区共に何れも160本仕立区が最も多く，次に80本仕立区，40本仕立区の順である．但し，畦幅1.5尺区に於ける80本仕立区と160本仕立区とでは，蒴数は5％水準では有意差は認められるが，1％水準では有意差は認められなかった．1個体当りの蒴数は畦幅1.5尺，2.0尺及び2.5尺区では40本仕立区と80本仕立区との間には有意差は認められないが，この両仕立区と160本仕立区との間には有意差が認められて，後者の方が顕著に少い．畦幅3.0尺区に於ては1個体当りの蒴数は40本仕立区が最も多く，次に80本仕立区で，最後は160仕立区であった．尚，各試験区に於ける1蒴中の種子数は各畦区共に仕立数に依る差は認められなかった．従って一定の面積当りの種子数は蒴数の多い程多い事になる．故に畦幅1.5尺区に於ける80本仕立区と160本仕立区との間を除いては，各畦幅区共に仕立本数の多い

第1表 条播栽培の着莢

試験区 畦幅(尺)	1区、2坪当りの仕立本数	莢数	1坪当りの莢数	1個体当りの莢数	1莢中の種子数	草丈(cm)
1.5	40	477.0	238.5	11.93	28.7	162.5
	80	866.3	433.2	10.83	27.9	139.4
	160	906.3	453.2	5.66	25.4	132.3
L.S.D.	(0.05)	55.572		1.284	4.337	
L.S.D.	(0.01)	91.954		2.125	7.176	
2.0	40	432.7	216.4	10.82	27.4	158.8
	80	842.3	421.2	10.53	29.9	152.5
	160	924.7	462.4	5.78	24.1	140.8
L.S.D.	(0.05)	46.148		2.316	5.949	
L.S.D.	(0.01)	76.360		3.832	9.844	
2.5	40	403.0	201.5	10.08	30.5	152.5
	80	751.0	375.5	9.39	26.3	140.3
	160	944.7	472.4	5.90	26.1	126.4
L.S.D.	(0.05)	41.700		0.787	5.126	
L.S.D.	(0.01)	69.000		1.302	8.481	
3.0	40	512.7	256.4	12.82	29.4	173.2
	80	798.3	399.2	9.98	31.6	164.7
	160	932.0	466.0	5.83	25.3	138.8
L.S.D.	(0.05)	45.036		1.015	6.561	
L.S.D.	(0.01)	74.520		1.679	10.856	

程，一定面積当りの種子生産量は大となる．而もその割合をみると，坪80本仕立区に於ける莢数は坪20本仕立区に於けるそれの約2倍前後である．尚斯くの如く，密植区の一定面積当りの莢数の多い事は，植物体全体の収量が疎植の場合よりも密植の場合の方が多い(2)のと同様の傾向を示す．

第2表 点播栽培の着莢

畦幅×株間(尺)	草丈(cm)	部位別莢数 主茎	第1側枝	第2側枝	第3側枝	第4側枝	第5側枝	側枝数	1個体当りの莢数	1坪当りの莢数
4×3	202.4	25.1	5.0	5.6	3.8	1.5	0.8	3.9	41.9	125.7
5×3	203.6	28.2	5.2	4.9	4.2	1.8	0.6	3.9	43.1	103.4
								L.S.D. (0.05)	4.945	14.964
								L.S.D. (0.01)	11.419	34.556

点播栽培の実験結果は第2表に示す如くである．両試験区共に側枝を出すが，その数は共に平均3.9本で，多い場合は5本であった．1個当りの莢数は両試験区の間に有意差は認められないが，1坪当りの莢数については両試験区の間に1％水準では有意差は認められないが，5％水準では有意差が認められた．即ち4尺×3尺区の方が5尺×3尺区より坪当りの莢数は多かった．この事は点播栽培でもやはり条播栽培と同様疎植より密植の方が一定面積当りの莢数の多い事を示す．

尚、点播栽培に於ては側枝の数或は側枝に着生する莢数を増加さす事に依り1個体当りの莢数の増加を図る事が考えられる．従って点播栽培に於ては，主茎の摘心が着莢に関係してくる．摘心と着莢との関係をみると第3表に示す如くである．本実験では摘心が7月下旬であったため，両試験区共に側枝数は摘心の有無に無関係の如く，その有意差は認められなかった．主茎に着生する莢数

第3表 摘心と着蒴数との関係

畦幅×株間 (尺)	摘心の有無	個体数	1個体当りの側枝数	主茎の蒴数			1個体当りの蒴数		
				完熟	未熟	合計	完熟	未熟	合計
5×2.5	有	15	6.1	6.0	3.4	9.7	13.2	18.2	31.4
	無	49	4.9	15.6	6.4	22.0	22.8	14.1	36.9
5×3.5	有	16	6.0	7.0	4.6	11.6	15.6	24.2	39.8
	無	49	5.3	19.2	5.6	24.8	26.4	13.6	40.0

（5×2.5 における1個体当りの側枝数のL.S.D. (0.05) 3,655, 同 (0.01) 8.441
5×3.5 〃 〃 〃 〃 〃 1.935, 〃 〃 4.469）

は何れの試験区に於ても．摘心区の方が不摘心区よりも著しく少い．且つ主茎の未熟蒴数は摘心区の方が不摘心区より稍々少いが，全蒴数に対する未熟蒴数の割合は摘心区の方が著しく多い．又1個当りの蒴数は両試験区共に摘心区は不摘心区と大差はないが，前者は後者に比し，完熟蒴が少く未熟蒴が多い．従って斯かる方法による摘心は着蒴に対し効果は無いと云えよう．

尚，条播栽培の場合は概ね糊麻の単独栽培が多く，点播栽培の場合は他作物の間作の場合も考えられるが，この点に関しては今後の実験が必要である．

IV 摘 要

(1) オクラとトロロアフヒとの人工交配に依って新しく育成された複二倍体である糊麻の種子増殖試験を行った．

(2) 条播栽培の場合には1個体当りの蒴数は密植区の方が少いが，一定面積当りの蒴数及び種子数は畦幅の如何に拘らず密植区の方が疎植区より多い．

(3) 点播栽培の場合には側枝を出すが，一定面積当りの蒴数は密植区の方が多い．

(4) 点播栽培に於て主茎に摘心を行うと，1個体当りの蒴数は摘心区と不摘心区との間に大差は認められないが，前者は後者に比し，完熟蒴が少く，未熟蒴が多くなる．

V 引 用 文 献

(1) 香川冬夫，(1944)：新作物糊麻に就いて．日本作物学会講演会発表及び個人出版
(2) 桑田晃，(1949)：糊麻の収量に関する一実験，香川農専研究報告，1巻，2号．

Résumé

(1) Some experiments were made in order to know the methods of cultivation to obtain as many seeds as possible in "Nori-Asa" (*Abelmoschus glutino-textilis*) which is an amphidiploid crop raised between *Abel. esculentus* and *Abel. Manihot*.

(2) In drill planting, the numbers of pods and seeds per plant in the cultivation where the plants stood thin were heigher than those when they stood thick, while those per certain area were on the reverse, notwithstanding the width of furrow.

(3) In dibble planting, the plants shooted out many leteral branches, and the cultivation where the plant stood thick was preferable to the increase of the total numbers of pods and seeds per certain area.

(4) In dibble planting, even if the main stem was pinched off, the number of pods per plant did not increase, but tended to increase the uuriped pods.

育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について

XV　播種期を異にする場合の生育

桑　田　晃

Studies on the differences of physiological and ecological characteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of its parents

XV　Growth of plants sown at different periods

By Hikaru KUWADA

I　緒　　言

倍数体がその原種或は両親と比較して新しい生理生態学的性質を有する時は，その栽培法も自ら異るべき場合がある．本報では複二倍体作物の播種期を種々異にする場合の生育状況につき，その両親作物と比較して研究を行った結果を報告する．

本稿を草するに当り，終始懇篤なる御指導を賜った京都大学教授香川冬夫博士に対し，又本研究が文部省科学研究費の補助の下に行われている事を附記して，共に深甚の謝意を表する次第である．

II　実験材料及び方法

供試材料はオクラ（*Abelmoschus esculentus*）（2n＝124）とトロロアフヒ（*Abel. Manihot*）（2n＝68）及びその複二倍体である糊麻（*Abel. glutino-textilis*）（2n＝192）[1] の3作物である．播種は3月下旬より8月下旬に亘る間，各月各旬の5の日とした．従って試験区は3月下旬区，4月上旬区………8月中旬区，8月下旬区の16区である．之等を以下3下区，4上区………と呼ぶ事にする．1試験区各作物共に夫々1坪で，2区制とした．畦幅は2.5尺で3寸間隔の4～5粒点播とし，後2回間引を行い，最後に1本仕立とした．1区の個体数は試験区に依り異るが，約50本である．その他栽培管理は従来の慣行法に従った．調査項目の中，発芽及び開花始についてはその都度草丈，節数及び莢数については7月29日，8月27日及び9月30日の3回に，地上部，地下部の重量については10月6日に行った．尚，試験期間中の気象状況は第1表に示す如くである．

III　実験結果及び考察

(1)　播種より発芽及び開花開始迄の日数

実験結果は第2表に示す．平均気温が10°C以下の3下区では3作物共に発芽に相当の日数を要するが，これが11.2°Cの4上区では3作物共に発芽開始迄の日数は3下区に比し7～8日少い．更に4中区，4下区となるに従い，3作物共に発芽開始迄の日数は徐々に少くなり，途中若干の例外を除いては，5下区と6上区を，又7上区と7中区を境にして段々と少くなり，8下区では何れも3日である．尚，発芽開始迄の日数は気温の比較的低い3下区では，3作物間に有意差が認められオクラが最も少く，次にトロロアフヒ，糊麻の順であるが，4上区以後ではオクラとトロロアフヒとの間に8下区迄有意差は認められず，オクラと糊麻及びトロロアフヒと糊麻との間に4下区迄は有意差が見られ，それ以後8下区迄の気温の比較的高い時には有意差は見られなかった．

第1表　試験期間中の気象状況

調査区	1日平均気温(°C)	1日平均日照時間(時間)	旬間降水量(mm)
3下旬	8.2	5.3	39.2
4上旬	11.2	6.8	41.9
4中旬	13.0	7.8	9.0
4下旬	14.7	5.5	35.2
5上旬	18.0	5.4	19.1
5中旬	18.7	6.6	24.2
5下旬	17.6	7.9	31.4
6上旬	19.7	5.3	50.2
6中旬	21.1	5.9	56.5
6下旬	21.8	5.8	63.9
7上旬	24.9	7.1	14.7
7中旬	26.5	7.5	8.0
7下旬	27.8	8.7	24.8
8上旬	27.3	7.2	188.4
8中旬	26.4	8.1	11.1
8下旬	24.7	8.2	12.8
9上旬	24.4	6.5	83.7
9中旬	24.6	4.5	69.3
9下旬	18.6	7.4	13.1
10上旬	16.3	4.3	75.5

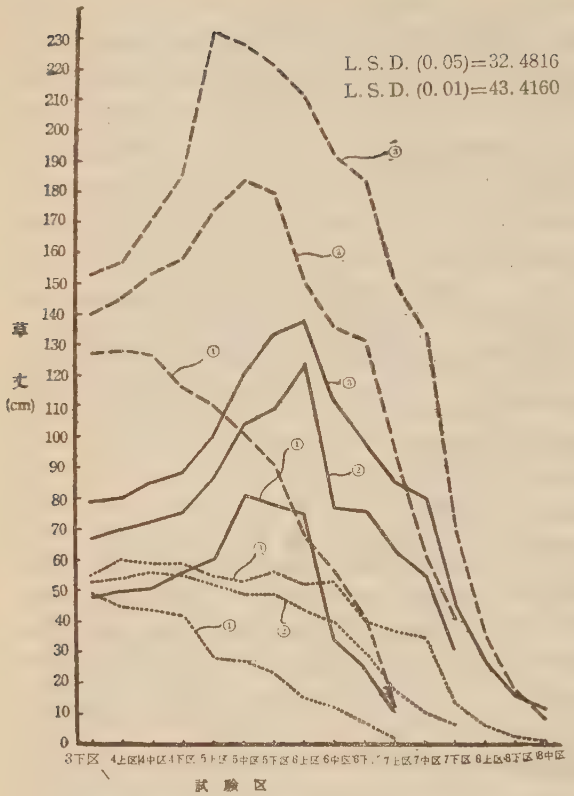
播種より開花開始迄の日数は各試験区を通じて，オクラが最も少く，次にトロロアフヒ，糊麻の順である．この日数に就き各試験区における3作物間の差の有意性をみると，オクラとトロロアフヒは3下区より6下区迄，トロロアフヒと糊麻は5中区より7中区迄は，有意差は認められないが，オクラとトロロアフヒの7上区迄，トロロアフヒと糊麻の3下区より5上区迄と，7下区及びオクラと糊麻の全試験区に於ては有意差が認められた．而して3下区，4上区，4中区の3区間には3作物共に開花開始迄の日数に夫々約10日の差があるが，播種期が共に約10日異っているので，結局各作物共にこの3区では播種期は異っても開花期は殆んど同一となるわけである．而してこの3区を通じて，オクラはトロロアフヒより3～4日，トロロアフヒは糊麻より8～9日早く開花する．即ち3作物共にたとえ3下区の様に播種期が早くても気温が低いため，発芽及び発芽後の生育がおそく，従って，4上区，4中区の場合と同時に開花するわけで，而も複二倍体である糊麻は両親より開花がおくれる．4下区より6下区迄では播種期がおそくなるに従い，一部の例外を除き，3作物共に開花開始迄の日数は徐々に減少の傾向を示す．しかし6下区を境にして，以後オクラ，糊麻は8上区迄，トロロアフヒは7下区迄では播種期がおそくなるに従い，逆に3作物共に開花開始迄の日数は増加する．同時に各作物間の開花開始迄の日数の差も大になる．この事は発芽後生育の日照時数が関係するものと思われる．尚，オクラ，糊麻は8中区，8下区，トロロアフフは8上区，8中区，8下区では開花をみなかった．

第2表 播種より発芽及び開花開始迄の日数

試験区	発芽開始迄の日数			開花開始迄の日数		
	オクラ	トロロアフヒ	糊麻	オクラ	トロロアフヒ	糊麻
3下区	17	19	21	74	77	86
4上区	10	11	13	63	67	75
4中区	8	9	11	54	58	67
4下区	6	6	8	52	57	63
5上区	8	8	9	51	53	61
5中区	6	6	7	50	54	56
5下区	6	5	6	44	48	51
6上区	5	4	5	46	51	54
6中区	4	4	5	38	43	47
6下区	4	3	4	35	39	42
7上区	4	3	5	38	44	49
7中区	2	2	3	43	50	55
7下区	3	3	4	48	58	64
8上区	4	3	4	69	—	86
8中区	3	2	3	—	—	—
8下区	3	3	3	—	—	—
	L. S. D. (0.05) =1.9137 L. S. D. (0.01) =2.5797			L. S. D. (0.05) =5.7907 L. S. D. (0.01) =7.8146		

(2)　草　　　丈

実験結果は第1図に示す，オクラの草丈は7月29日の調査では，3下区，4上区，4中区は殆んど変らないが，4下区，5上区となるに従い，草丈は高くなり，5中区が最高で，5下区，6上区が之に次ぎ，6中区以後は急に低くなる．8月27日及び9月30日の調査では，3下区より播種期がおそくなるに従って，草丈は高くなり，6上区が最高を示し，以後の試験区では低くなる．トロロアフヒの草丈は7月29日の調査では，3下区より4下区迄は略々同じであるが，それ以後は播種期がおそくなるに従って，草丈は徐々に低くなる．8月27日の調査では，3下区より5下区迄，9月



第 1 図　草　　丈

〔註〕 ―――― オ ク ラ
………… トロロアフヒ
－－－－ 糊　麻

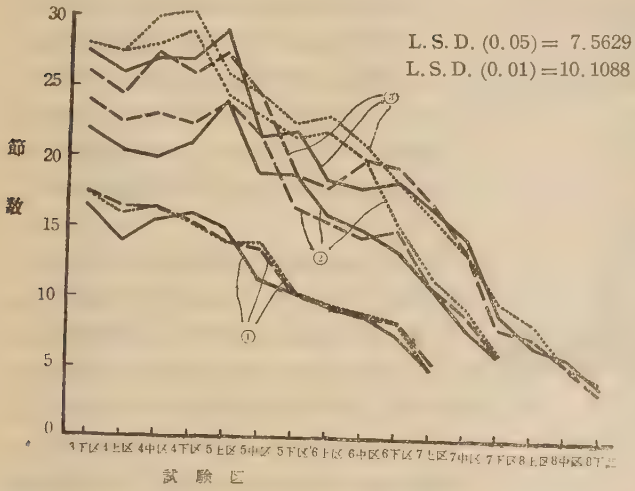
30日の調査では，3下区より6中区迄は殆んど草丈は変らないが，それ以後は低くなる．糊麻の草丈は7月29日の調査では，3下区，4上区，4中区は殆んど大差なく，而も3作物中最も高いが，4下区以後播種期がおそくなるに従い，草丈は低くなる．この傾向はトロロアフヒに類似する．8月27日，9月30日の調査では，3下区より4上区，4中区，4下区となるに従って草丈は高くなり，前者では5中区が最も高く，5上区，5下区がこれに次ぎ，後者では，5上区が最も高く，5中区，5下区がこれに次ぎ，共に6上区以後は低くなる．この傾向はオクラに類似する．

以上の如く，トロロアフヒの草丈が7月29日の調査では，3下区より4下区迄，8月27日の調査では，3下区より5下区迄，9月30日の調査では，3下区より6中区迄が殆んど同じである事は，7月末では播種後3～4ケ月すれば，8月末では3～5ケ月すれば，9月末では3.5～6ケ月すれば草丈が略々大差ない位に生長する事を示す．従って9月末迄に3～3.5ケ月の期間があれば，それより長い期間生育したものと草丈の点では殆んど変らないわけである．オクラと糊麻はこれと稍々趣を異にし，15°C 以下の気温の低い時に播種した3下区乃至4下区が8月27日，9月30日の調査では，何れも最も高い草丈を示さぬ事は低温時の播種が以後の草丈の伸長に好ましくない影響を及ぼすものと見られるが，気温が18°C以上の5上区以後に，而もなるべく早い時期に播種すると草丈の伸長は良好である．尚，オクラと糊麻はこの様に類似の傾向を示すが，唯，7月29日の調査では，オクラは播種期が早ければ草丈は低く，5上区以降，5中区，5下区，6上区では，草丈の伸長は良好であり，6中区以後は草丈は低くなるが，糊麻は3下区，4上区，4中区では草丈は大差なく而も他の試験区のそれより高いが，4下区以後は草丈は徐々に低くなる．この事は13°C以下の低温時に，又14.7°C以上の気温の下に播種されても，糊麻の発芽後の初期の生育は比較的おそいため，ある一定の期間を経なければ，草丈は急速に伸長し得ないものの如くである．従って，7月末では3下区，4上区，4中区のものは皆大差なき草丈を示し，以後の播種のものは播種時の気温は良好でも，播種後7月末迄の生育期間が糊麻としては短いため，3下区，4上区，4中区のものよりも低いものと思われる．

(3)　節　　数

実験結果は第2図に示す．オクラは7月29日の調査では，一部の例外を除き，3下区より播種期がおそくなるに従って，節数は僅かであるが漸減の傾向を示す．8月27日．9月30日の調査では，何れも3下区より4下区迄は大差なく，以後は漸減する．トロロアフヒは前記各期日に行った調査では，3下区より5上区迄は節数は大差ないが，以後漸減する．糊麻は7月29日の調査では，オク

ラと同様の傾向を示し，8月27日，9月30日の調査では，3下区より5上区迄は節数は大差なく，以後一部の例外を除き減少する．



第2図　節　　数

〔註〕第1図に同じ

(4) 蒴　　数

実験結果は第3図に示す．オクラは前記各期日に行った調査では，一部の例外を除き，何れも3下区より播種期がおそくなるに従って蒴数は減少する．トロロアフヒは7月29日の調査では，3下区より4下区迄は大差なく，以後漸減する．8月27日，9月30日の調査では，3下区より5中区迄は大差なく，以後漸減する．糊麻は7月29日の調査では，3下区より播種期がおそくなるに従って蒴数は減少する．8月27日，9月30日の調査では，3下区より5上区迄は大差なく，以後は減少する．

以上3作物共に前記各期日の調査に於て，播種期の早い程或は一定の期日以前に播種されたもの程，節数及び蒴数の多い事を示し，オクラ，糊麻の草丈の場合に見られたのと稍々趣を異にする．

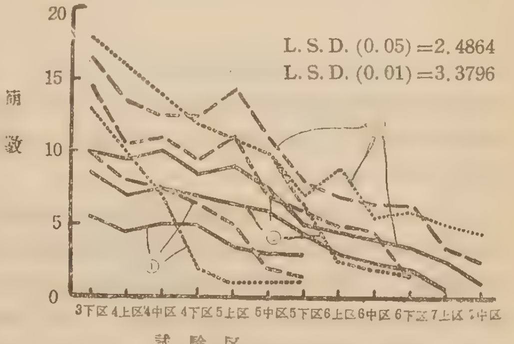
(5) 地上部及び地下部の重量

実験結果は第4図に示す如くで，1個体当りの平均重量で示す．オクラの地上部の該数値は3下区より4下区迄は大差ないが，5上区が急に重く，最高値を示し，以後7中区迄徐々に減少し，それ以後は急に減少する．トロロアフヒのそれは3下区より6上区迄は大差ないが，それ以後は急に減少する．糊麻のそれはオクラと略々類似の傾向を示す，即ち3下区より4下区迄は大差はないが5上区が急に重くなり，最高値を示し，以後6下区迄は徐々に減少し，7上区以後は急に減少する．地下部の該数値はオクラは3下区，4上区は大差はないが，以後徐々に重くなり，5上区が最も重く，以後減少する．トロロアフヒのそれは地上部の場合と同様，3下区より6上区迄は大差ないが以後減少する．糊麻のそれも地上部の場合と殆んど類似の傾向を示し．3下区より4下区迄は大差ないが，5上区が急に重くなり，最高値を示し，以後減少する．

IV 摘　　要

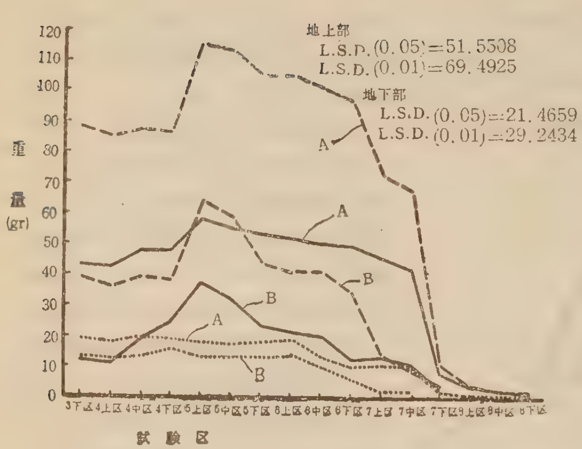
(1) 育成複二倍体作物である糊麻とその両親作物であるオクラ，トロロアフヒの3作物につき，3月下旬より8月下旬に亘る間，約10日毎に播種を行った場合の生育状況を比較研究した．

(2) 播種より発芽開始迄の日数は平均気温8.2°Cである3月下旬播種のものでは，オクラ，トロロアフヒ，糊麻夫々17日，19日，21日を要す．平均気温11.2°Cの4月上旬播種以後では，平均気温の上昇と共に3作物何れも発芽開始迄の日数は徐々に少くなり，平均気温24.7°Cの



第3図　蒴　　数

〔註〕第1図に同じ



第 4 図　地上部及び地下部の重量

〔註〕第1図に同じ
A　地上部
B　地下部

8月下旬播種では，3作物共に3日である．尚，平均気温が 8.2°C—14.7°C である3月下旬播種より4月下旬播種のものでは，糊麻の発芽開始迄の日数はオクラ，トロロアフヒのそれよりも多いが，平均気温が18°C以上である5月上旬播種以後のものでは3作物共に発芽迄の日数に大差は認められない．

(3) 播種より開花開始迄の日数は各試験区を通じ，オクラが最も少く，次にトロロアフヒ，糊麻の順であり，而も3作物共に，3月下旬播種より4月中旬播種迄は急に，以後6月下旬播種迄は徐々に少くなるが，更にそれ以後はオクラ，糊麻は8月上旬播種迄，トロロアフヒは7月下旬播種迄は逆に多くなる．之は発芽後生育時の日照時数が関係するものと思われる．又オクラ，糊麻は8月中，下旬播種，トロロアフヒは8月上，中，下旬播種のものは開花しなかった．

(4) 草丈はトロロアフヒは播種期の早い程或は一定期日以前に播種されたもの程高い．オクラ，糊麻は3月下旬より4月下旬の平均気温が15°C以下の時に播種されたものは平均気温が18°C以上の5月上旬以後に播種されたものより高くない．其糊麻は発芽後の初期の生育が比較的おそいためある一定期間を経なければ草丈は急速に伸長し得ない．

(5) 節数及び莢数は3作物共に播種期の早い程或は一定期日以前に播種されたもの程多い．

(6) 地上部，地下部の重量はトロロアフヒは3月下旬播種より6月上旬播種迄は殆んど大差ないが，それ以後の播種のものは減少する．オクラ，糊麻は5月上旬播種のものが最も重く，次に5月中，下旬播種のものであり，4月下旬以前，6月上旬以後の播種のものは之等より減少する．

V 引 用 文 献

(1) 香川冬夫，1944：新作物糊麻について，日本作物学会講演会発表及び個人出版．

R é s u m é

(1) Studies on the growth of "Nori-Asa" (*Abelmoschus glutino-textilis*), an amphidiploid crop raised between *Abel. esculentus* and *Abel. Manihot*, were made when sowed every ten days for the five months from the end of March to the end of August, in comparison with those of its parents.

(2) The average numbers of days necessary for the germination of seeds in *esculentus*, *Manihot* and Nori-Asa were entremely large showing 17, 19 and 21 days respectively in case of sowing at the end of March showing 8.2°C, though they decreased gradually in case of sowing at and after the beginning of April showing 11.2°C with the ascent of temperature, and they were 3 days in three crops in case of showing at the end of August showing 24.7°C. Such number of Nori-Asa was larger than those of *esculentus* and *Manihot* in case of sowing between the end of March and April, though those of three crops were almost the same in

case of sowing after the beginning of May.

(3) The average numbers of days necessary for the flower opening were the smallest in *esculentus*, the next in *Manihot*, the largest in Nori-Asa. These numbers of three crops in case of sowing between the end of March and the middle of April decreased rapidly, and sowing between the end of April and the end of June decreased gradually, and sowing after the beginning of July increased conversely. The flower did not open in case of sowing after the middle of August in *esculentus* and Nori-Asa, and after the beginning of August in *Manihot*.

(4) The plant height was the tallest in Nori-Asa, the next in *esculentus*, the lowest in *Manihot* with some exception. The plant height of *Manihot* was taller in case of sowing in the earlier period or before the definite period, but those of *esculentus* and Nori-Asa in the case of sowing between the end of March and the end of April were not taller than those after the beginning of May, especially the plant height of Nori-Asa can not take place vigorously owing to the delay of growth in the early stage.

(5) The average numbers of nodes and pods in each crops were more numerous in case of sowing in the earlier period or before the definite period.

(6) The weights of top and root were the heaviest in Nori-Asa. the next in *esculentus*, the lightest in *Manihot*. Those weights in *Manihot* were almost the same in case of sowing between the end of March and the beginning of June, though decreased in case of sowing after the middle of June. Those of *esculentus* and Nori-Asa were maximum at the beginning of May, the next at the middle and end of May, and decreased in case of sowing before the end of April and after the beginning of June.

AUTHOR INDEX (著者索引)

Technical Bulletin of the Kagawa Agricultural College
Volume 6 (1954-55)

Ashizawa, Masayoshi (葦沢正義). → Kurokami, T.

——— and Nakagawa, M. Studies on fruit physiology in relation to water. I. On seasonal variations of water metabolism in fruit trees. ……260

Chûjô, Michio (中条道夫). A taxonomic study on the *Chrysomelidae* with special references to the fauna of Formosa. (in Engiish) ……39

Fukaki, Sadayoshi (深城貞義). The investigation on the tillering of rice plant (*Oryza sativa*). V. The relation of the tillering to the specific powder gravity of rice plants. ……57

——— and Ogihara, R. The investigation on the branching of plants. II. The influence of light intensity and soil texture upon the plant branching. ……151; III. The system and regularity in the shooting of axillary bud of *Cosmos bipinnatus* L. ……156

Fuke, Makita (福家真木太). Two different views on the masses. ……136

Hijimoto, Shigeyoshi (肱元茂善). A study on the seeds of Kentucky 31 fescue. I. About the yielding efficiency and utility value. ……52

Horike, Kinko (堀家欣子). → Kawamura, S.

Hoshikawa, Genji (星川玄児). → Tamaki, T.

Igawa, Masami (井川正美). → Sakaida, K.

Isozaki, Yoshimasa (磯崎義政). → Uehara, M.

Kanabe, Tadashi (金辺 正). → Kurokami, T.

Katakura, Kenji (片倉健二). → Narasaki, T.

——— and Narasaki, T. Fundamental studies on the utilization of olive fruits. I. Change of the crude components of flesh during the growth of olive fruits. (in English) ……1

Kawamura, Sin'itirô (川村信一郎). La komponaĵoj de la semo de *Vicia faba*. ……8; Studies on the utilization of the by-products of soybean-protein manufacture. VII. Summarizing discussion. (in English) ……227

———, Kobayashi, T., and Ôsima, M. A note on the simultaneous colorimetric determination of pentose and hexose. (in English) ……241

———, Nakamura, H., kaj Horike, K. Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*. I. Analizo de la faboj, precipe pri karbohidratoj. ……20

———, Tuboi, Y., kaj Nakamura, H. Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*. II. Sukeroj de faboj. ……27

Kobayashi, Tsuneo (小林恒夫). → Kawamura, S.

Kurata, Hisao (倉田久男). Studies on the bulb division of onion (*Allium cepa* L.). I. On the differentiation and development of division buds. ……184

Kurokami, Taiji (黒上泰治), Ashizawa, M., Sogabe, T., and Kanabe, T. Physiological and ecological studies on fruit trees in sloping orchards. II. Relation between the environmental factors of sloping orchards and the growth of fruit trees. ……105

Kuwada, Hikaru (桑田 晃). Studies on the differences of physiological and ecological characteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of its parents.

XIII. The relation between plant growth and soil reaction. ······121; XV. Growth of plants sown at different periods. ······292; An experiment on the seed growing cultivation of "Nori-Asa". ······289

Maekawa, Tadao (前川忠夫). On the irrigation reservoir in Kagawa prefecture. ·········273

Mori, Kazuo (森 和男). Economical studies on the double-cropping in the paddy field. I. On the restrictive effect of "water" on the double-cropping in the paddy field. (2) ······250

Naito, Nakato (内藤中人) and Takahara, H. Cercospora leaf-spot of spinach, with special reference to the comparative studies with leaf-spot of beet. ······173; Some factors affecting the production and morphology of conidia in culture of *Cercospora beticola* Sacc. ······283

—— and Takai, S. Effect of 2,4-D spray on the development of helminthosporium blight in rice plants. ······66

Nakagawa, Masashi (中川正視). → Ashizawa, M.

Nakamura, Hirosi (中村 博). → Kawamura, S.

Nakayama, Kazuyoshi (中山一義). → Saito, M.

Narasaki, Teiichi (楢崎丁市). → Katakura, K.

—— and Katakura, K. Fundamental studies on the utilization of olive fruits. II. Identification of the amino acids in the hydrolyzate of ripe olive flesh by paper chromatography. (in English) ······194

Noro, Kimijiro (野呂癸巳次郎). Preliminary report on the graft hybrid "Takagi Mikan" of kinkoji (*Citrus leiocarpa* Tanaka) and Satsuma orange (*Citrus Unshiu* Marc.) 80; Bibliographical studies on the olive tree. V. ······87

Onishi, Eisaku (大西鋭作). A study of puritanism. The 17th century New England. ······130

Ogihara, Reiji (荻原昤二). → Fukaki, S.

. A consideration on the quantity and fineness of powder in the measuring of the specific powder gravity (a preliminary note). ······161

Ôsima, Mitio (大島道雄). → Kawamura, S.

Saito, Minoru (斎藤 実) and Nakayama, K. Preliminary note on the stratigraphical study of the Mitoyo group, Kagawa Prefecture, Shikoku. ······32

Sakaida, Koji (境田耕二) and Igawa, M. Research on the projective technique by drawing. ···143, 243

Sogabe, Tetsu (曽我部 哲). → Kurokami, T.

Takahara, Hiroshi (高原 弘). → Naito, N.

Takai, Shôzô (高井省三). → Naito, N.

Tamaki, Takahiko (玉置鷹彦) and Hoshikawa, G. Studies on pond mud. III. Total exchangeable bases. ······222

Tarutani, Takayuki (樽谷隆之). Studies on the manufacture of tomato-juices. I. On the tomato varieties suitable for juice.. ······199

Tuboi, Yosimi (壺井 好). → Kawamura, S.

Uehara, Masaki (上原勝樹) and Isozaki, Y. On the micrometeorology in the hot-cap. ······166

Yamanaka, Kei (山中 啓). → Studies on the pyruvate metabolism by microorganisms. I. On the vitamin B_1 assay by yeast carboxylase (Ochoa-Peters' method). ······205; II. On the mechanism of yeast carboxylase. ······217

(Kompilis S. Kawamura)

香川県立農科大学学術報告
第1—6巻 研究室別総索引

この総索引は講座または研究室により別けてつくった．講座または研究室ごとに標題（著者），巻(号)，ページを記載した．但し（標題のうち"に就いて"，"に関する研究"のような語は省略し，また文字を書き変えた場合がある．著者は姓のみを記した．

巻(号)，ページと発行年月は下の通りである．

講座または研究室の排列の順序は大体本学の学則によったが，右の通りである．

誌名	巻(号)	ページ	発行年月
香川県立農業専門学校研究報告			
	1 (1)	1—60	1949—III
	1 (2)	1—71	1949—X
	1 (3)	1—89	1950—II
香川県立農科大学学術報告			
	2 (1)	1—70	1950—XI
	2 (2)	71—120	1951—I
	2 (3)	121—185	1951—III
	3 (1)	1—56	1951—V
	3 (2)	57—118	1951—IX
	3 (3)	119—183	1952—III
	4 (1)	1—71	1952—VII
	4 (2)	73—145	1952—XI
	4 (3)	146—249	1953—III
	5 (1) (13)	1—93	1953—IX
	5 (2) (14)	95—198	1953—XII
	5 (3) (15)	199—298	1954—III
	6 (1) (16)	1—149	1954—VIII
	6 (2) (17)	151—226	1954—XII
	6 (3) (18)	227—304	1955—III

専門部門
- 農学科(甲)
  1. 作物学第一講座（作物学）
  2. 作物学第二講座（育種学）
  3. 畜産学講座
  4. 農業経営学講座
- 農学科(乙)
  5. 農業水利学講座
  6. 農地工学講座
- 園芸学科
  7. 園芸学第一講座（果樹園芸学）
  8. 園芸学第二講座（常緑果樹花卉及造園学）
  9. 園芸学第三講座（蔬菜園芸学）
  10. 植物病学講座
- 農芸化学科
  11. 土壌肥料学講座
  12. 生物化学・栄養化学講座
  13. 醗酵化学講座
  14. 農産製造学講座
  15. 林産化学講座
- 講座外学科目
  16. 農場研究室
  17. 植物生理生態学研究室
  18. 農業地質学研究室
  19. 有機化学研究室

教養部門
  20. 哲学研究室
  21. 史学研究室
  22. 化学研究室
  23. 昆虫学研究室

教職課程
  24. 心理学研究室
  25. 農業教育学研究室

---

1. 作物学第一講座（作物学）

禾穀類の鞘根 II ヒエ，トウシンビエ，キビおよびトウモロコシにおける鞘根の伸長（野田，松藤），5 (1), 46

鉱質性酸性土壌における数種の農作物生育の品種間反応 予報 コムギの無肥栽培における生育反応（野田，松藤），5 (2)，175

馬鈴薯の生理生態学 I 芽薯の発生機構(中)，1 (3)，36

同 II 二次生長の成因，特に土壌湿度との関係（中），2 (1)，1

同 III 二次生長の成因，特に土壌内空気組成分との関係（中），2 (1)，9

同 IV 浴光催芽による早熟増収の機構（中，大森），2 (3)，139

同 V 早熟春薯が秋作に及ぼす影響（中，大森），3 (3)，126

同 VI 生育に伴う炭酸同化，蒸散並に呼吸作用の消長（中，大森），4 (1)，61

馬鈴薯の生理形態学 VI 生育期間中における各器官の滲透圧の消長（田川，大森），2 (3)，144

2. 作物学第二講座（育種学）

育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異　II　諸種の薬品の影響下における種子の発芽（桑田），1（2），1
同　III　土壌の乾燥が作物体の生育に及ぼす影響（桑田），1（3），18
同　VI　特殊土壌における生育（桑田），2（1），13
同　XIII　生育と土壌反応との関係（桑田），6（1），121　「292
同　XV　播種期を異にする場合の生育（桑田），6(3)，
ノリアサの収量（桑田），1（2），12
オクラ×トロロアオイにおいて両親の品種を異にする場合の交雑成功率　予報（桑田），1（3），30
ノリアサの採種栽培（桑田），6（3），289
ライ-コムギ複二倍体および両親の胚珠の受精力維持期間および花粉粒（山本），4（3），185
栄養繁殖によるキメラ甘藷の後代（桑田，山本），4（1），42

3．畜産学講座
鶏における紫雲英乾燥粉末の飼料価値（中広），2（1），18
香川県における家畜飼養の実態　I　木田郡における乳牛飼養（中広），3（2），91

4．農業経営学講座
水田裏作の経営経済的研究　I　水田裏作における水の制約作用（1—2）（森），5（3），247；6（3），250

5．農業水利学講座
香川県の溜池（前川），6（3），273

6．農地工学講座
北面傾斜ブドウ園における夏期の微細気象状態（上原），1（2），27
傾斜地における微細気象　I（上原），1（1），46
同　II（上原），1（3），1
同　III（上原），2（1），31
傾斜地開発利用　V　傾斜地における秋期の微細気象状態（上原），2（3），178
同　VI　傾斜地における冬季の微細気象状態（上原），3（1），1
同　VII　傾斜地における春季の微細気象状態（上原），3（2），72
ミカンの防寒設備についての微細気象的考察　I（上原，磯崎），4（1），56
ホットキャップの微気象　II（上原，磯崎），6（2），166

7．園芸学第一講座（果樹園芸学）
傾斜地におけるリンゴ"祝"の根群発育（黒上，倉岡），1（1），36
植物生長ホルモンに関する実験的研究　II　生長ホルモンによる葉面噴霧処理と種子処理とによる大根"くびれ"現象の比較（黒上，竹松），1（2），17
発芽抑制による栗の貯久力増進　III（黒上，竹松），1（3），82
同　IV（黒上，森，竹松，高橋），2（1），39
植物ホルモン剤による晩生柑橘類の蔕脱離防止　予報（黒上，森，石崎，大谷），3（3），130
同　II（黒上，森），4（2），111
果樹の落葉抑制に及ぼす2，4-Dの影響　I（黒上，葦沢），4（2），124
果樹幼木の発育に及ぼす2，4-Dの影響　I（葦沢，金辺），4（3），146
傾斜地果樹の生理生態　I　傾斜地の環境要素と果樹の生長（1—3）（黒上，葦沢，森，斎藤，曽我部，金辺），5（1），79；5（2），144；5（3），206
同　II　同（黒上，葦沢，曽我部，金辺），6（1），105
果樹の水分生理　I　主として果樹の季節的水分代謝作用（葦沢，中川），6（3），260

8．園芸学第二講座（常緑果樹，花卉，及造園学）
オリヴの文献的研究　I—V（野呂），2（3），149；3（3），140；4（3），193；5（1），64；6（1），87
オリヴの形態学的研究　I　オリヴの花芽の分化並に花器の形成（英文）（野呂，井上），3（3），135
オリヴ各品種の含油量並に反当産油量（野呂，井上），4（2），132
オリヴ砧木短期養成法と播種前の措置及び発芽後の形態的研究（野呂，井上），4（3），159
オリヴの核分裂と染色体数　予報（英文）（野呂）4（3），180
金柑子と温州蜜柑との接木雑種"高木蜜柑"　予報（野呂），6（1），80
グラジオラスのブラインド　I　日長がグラジオラスの花芽分化並に開花に及ぼす影響（小杉），5（2），137
同　II　温度と日長がグラジオラスの開花に及ぼす影響（小杉），5（3），218

9．園芸学第三講座（蔬菜園芸学）
ホットキャップの被覆材料　I（倉田），5（2），159
タマネギの分球　分球芽の分化期　予報（倉田），5（3），199
同　I　分球芽の分化，発育（倉田），6（2），184

10．植物病学講座
菜豆銹病夏胞子の発芽に及ぼす温度の影響（内藤），1（3），14
オリーヴ炭疽病菌（内藤），2（1），23
植物ホルモンがオリーヴ炭疽病菌分生胞子の発育に及ぼす影響（内藤，谷），2（1），27

銹病菌夏胞子の発芽に及ぼす植物ホルモンの影響（内藤，谷），2(3)，167

オリーヴ炭疽病菌菌糸の伸長に及ぼす 2，4—Dの影響（内藤，谷），3(2)，80

諸種植物病原菌菌糸の伸長並に分生胞子および菌核形成に及ぼす2，4-D濃度の影響（1—2）（内藤，谷），3(3)，119；4(1)，50

Pestalotia Diospyri の突然変異的現象に及ぼす植物ホルモンの影響（内藤，谷），4(2)，104

ケナフの葉煤病（内藤，谷），4(3)，187

ソバの褐斑病（内藤，安部），5(1)．53

オリーヴ炭疽病菌菌糸の発育に及ぼす2，4-D の抑制効果とブドウ糖濃度並に水素イオン濃度との関係（内藤，谷），5(2)，164

2，4-D 茎葉撒布の稲胡麻葉枯病発生に及ぼす影響（内藤，高井），6(1)，66

ホウレンソウ褐斑病，特にフダンソウ褐斑病との比較研究（内藤，高原），6(2)，173

Cercospora beticola の培地における胞子形成並に胞子の形態に及ぼす二三の要因（内藤，高原），6(3)，283

11. 土壌肥料学講座

池泥 I 池泥の反応（玉置，星川），5(2)，181

同 II 池泥の灼熱損失量および炭素率(玉置，星川)，5(2)，186

同 III 池泥の全置換性塩基量(玉置，星川)，6(2)，222

12. 生物化学及栄養化学講座

大豆蛋白質製造法 III 蛋白質の抽出および沈澱，大豆蛋白質の小規模製造（英文）（川村），4(3)，206

大豆炭水化物 I 大豆の糖類（川村），4(1)，65

同 II 脱脂大豆の炭水化物含有量(英文)（川村），5(1)，1

同 III ヘミセルローズの分離(川村)，5(2)，190

大豆蛋白質を製造するときの副産物の利用 VII 総括と結論(英文)（川村），6(3)，227

ソラマメ種子の成分総説(川村)，6(1)，8

ソラマメの炭水化物 I 炭水化物の定量（川村，中村，堀家），6(1)，20

ソラマメの炭水化物 II ソラマメの糖類（川村，壺井，中村），6(1)，27

ペントーズとヘキソーズを同時に比色定量する方法（英文）（川村，小林，大島），6(3)，241

牛乳カゼインの酸に対する沈澱と燐および石灰の均衡関係(宮辺)，2(1)，50

酸乳飲料製造における粘度と保護膠質(宮辺，中広)，2(1)，54

皮革鞣製におけるポリビニルアルコールの処理 I 主にクロム鞣による底革製造の予備試験（宮辺），3(1)，22

乳酸による牛乳検査とラムスデル燐酸塩反応（宮辺），3(1)，26

ペニシリン注射後牛乳中に分泌されるその含量と乳酸菌との関係(宮辺，東)，4(2)，136

乳汁の沈澱 I 加熱沈澱の防止に及ぼす緩衝塩の影響並にその添加量(宮辺，東)，4(3)，226

13. 醱酵化学講座

和紙原料の醱酵精練 I—II 桑皮の醱酵精練（1—2）（梶，三野），1(2)，57，64

同 （桑皮） III 常圧殺菌を施した原料の醱酵(梶)，2(3)，130

同 （桑皮） IV アセトンブタノール醱酵細菌に対するビタミン B_2 の影響および好気性細菌との混合醱酵(梶，三野)，3(1)，33

同 （桑皮） V 抄紙試験(梶，三野．穴吹，斎藤)，3(2)，96

同 VI アセトンブタノール醱酵細菌による三椏の醱酵精練（梶，三野，穴吹，斎藤），3(2)，101

同 VII アセトンブタノール醱酵細菌による楮の醱酵精練(梶，穴吹，斎藤)，3(2)，106

微生物におけるピルビン酸代謝 I 酵母カルボキシラーゼによるビタミン B_1 定量法 (Ochoa-Peters 法)（山中）．6(2)，205

同 II 酵母カルボキシラーゼの反応機構の一考察（山中），6(2)，217

14. 農産製造学講座

オリーブ果実利用に関する基礎的研究 I 成熟期における果肉成分の変化(英文)（片倉，樫崎），6(1)，1

同 II 完熟果実果肉蛋白質中のアミノ酸のペーパークロマトグラフィーによる検出（英文）（樫崎，片倉），6(2)，194

青実豌豆罐詰製造における水素イオン濃度の大小が殺菌時間の長短および品質に及ぼす影響（緒方），1(2)，48

枇杷果の貯蔵に関する生理学的研究(緒方)．1(3)，42

生鮮農産食品の貯蔵 III トマトの追熟に関する生化学的研究（緒方，今雪，成瀬），2(3)，121

同 V 数種蔬菜の採取後における呼吸作用（緒方，今雪），3(3)，158

トマト果汁製造 I 果汁用トマト品種(樽谷)，6(2)，199

15. 林産化学講座

アカマツ材のパルプ I アカマツ材仮導管の長さ，径，および長径比(幡)，1(1)，1

同 IV 成育の良否による，および青変菌に侵された場合のアカマツ材の化学的組成(幡)，1(2)，21

同 V アカマツ材に対する苛性ソーダ液の蒸解力（幡)，1(3)，61

同　VIII 硫化ソーダと苛性ソーダとの木材蒸解作用における差異(幡)，２(１)，58

同　X 樹幹の部位による亜硫酸蒸解の難易（幡），２(３)，136

同　XI サルフェートパルプの漂白精製（１）(幡，十河)，３(１)，11

同　XII アカマツ心材の亜硫酸蒸解困難（１）(幡)，３(１)，16

同　XIV—XV 同（３—４）(幡，十河)，３(２)，111；４(１)，1

同　XVI 同（５）(幡)，４(１)，8

ペーパークロマトグラフィーによるヒメコマツ材の成分の検出（十河，幡)，５(１)，15

16. 農場研究室

夜温処理に対する蚕豆の開花結実反応 予報（植木)，５(３)，243

殺草剤２，４，５-Ｔの小麦作並に大豆作に及ぼす影響(植木)，６(１)，98

17. 植物生理生態学研究室

麦類の幼苗における分蘖と粉末比重との関係（深城)，４(２)，92

植物の分岐 I 粉末比重より見た植物の分岐（深城，荻原)，４(３)，175

同　II 日照度及び土壌の組成が植物の分岐に及ぼす影響（深城，荻原)，６(２)，151

同　III コスモスの腋芽およびその伸長におけるシステムおよび規則性（深城，荻原)，６(２)，156

稲の分蘖 IV 日長度および日照度その他一二条件の稲および麦類の分蘖に及ぼす影響(深城)，５(３)，223

同　V 粉末比重より見た稲の分蘖(深城)，６(１)，57

体細胞分裂に及ぼす ２，４-Ｄ の影響，タマネギの根端細胞における二三の観察(荻原)，５(１)，37

組織粉末比重測定の際の材料粉末の量及び精粗 予報(荻原)，６(２)，161

18. 農業地質学研究室

傾斜地の地質並に土壌の機械的組成分および鉱物組成分（小林)，１(２)，39

地下水位と土壌の湿潤度に対する関係 I 平井町附近における地下水位（小林)，１(３)，56

同　II 土壌の孔隙量，含水量，および容水量（小林)，２(１)，65

富士山麓および甲府盆地の地形および地下水（小林)，３(１)，38

福島県白河市近傍の地形地質，特に白河炭田の層序学的研究（斎藤)，４(１)，14

香川県における傾斜地の地質並に花崗岩の風化(斎藤，中山)，４(３)，231

香川県の地質 I 東讃岐地方の新生代層，讃岐層群を中心に(斎藤，中山)，５(３)，272

同　II 三豊層群（メタセコイア層)の層序（斎藤，中山)，６(１)，32

19. 有機化学研究室

有機触媒 I アミンを触媒としたアセト酢酸の脱炭酸の反応速度論的研究（松本)，５(２)，103

20. 哲学研究室

アリストテレスの“自然学”における場所論（福家)，５(２)，95

民衆に対する二つの相反する見解(福家)，６(１)，136

21. 史学研究室

17世紀新英州共同体のエクィチーの観念，主として土地制度に現われた(大西)，５(３)，259

清教主義の一考察，17世紀新英州(大西)，６(１)，130

22. 化学研究室

トロロアオイの粘質物 I ペーパークロマトグラフによる成分の研究(三野)，４(２)，141

同　II 精製粘質物中の糖の単離確認（三野)，５(３)，281

23. 昆虫学研究室

柿葉捲ホソミスジノメイガの天敵ハマキアリガタバチの生態（英文)(岩田)，１(１)，58

有剣膜翅目の習性型系統樹の仮設(岩田)，１(３)，75

香川県における食虫性膜翅目の予備調査（岩田)，２(１)，69

台湾産金花虫科（昆虫綱—鞘翅目）の形態分類学的研究 I 頸長金花虫亜科（英文)(中条)，２(２)，71

同　II 根喰金花虫亜科(英文)(中条)，３(１)，43

同　III 肩広金花虫亜科（英文)(中条)，３(２)，57

同　IV 胸広金花虫亜科（英文)(中条)，３(３)，166

同　V 長円筒金花虫亜科(１—２)(英文)(中条)，４(１)，32；４(２)，73

同　VI 艶金花虫亜科（英文)(中条)，４(３)，237

金花虫科（昆虫綱-鞘翅目）の形態分類学的研究（１—４)(英文)(中条)，５(１)，19；５(２)，121；５(３)，285；６(１)，39

24. 心理学研究室

描画によるプロジェクト法 I—II（境田，井川)，６(１)，143；６(３)，243

25. 農業教育学研究室

土壌水湿と大豆落花との関係（肱元，三野)，４(２)，95

傾斜地の草生改良 I 果樹園雑草の季節的消長(肱元)，４(３)，170

ケンタッキー31フェスクの種子 I その生産性と用価（肱元)，６(１)，52

(川村信一郎 編)

香川県立農科大学学術報告

第6巻 総目次

第1号 (通巻第16号) 1954年8月発行

片倉健二，樫崎丁市：オリーブ果実利用に関する基礎的研究 I 成熟期における果肉成分の変化(英文) 1
川村信一郎：ソラマメ種子の成分総説……………… 8
川村信一郎，中村 博，堀家欣子：ソラマメの炭水化物の研究 I 炭水化物の定量……………………20
川村信一郎，壺井 好，中村 博：ソラマメの炭水化物の研究 II ソラマメの糖類……………………27
斎藤実，中山一義：香川県の地質 II 三豊層群（メタセコイア層）の層序について（予報）………32
中条道夫：金花虫科（昆虫綱一鞘翅目）の形態分類学的研究(完)(英文)………………………………39
肱元茂善：ケンタッキー31フェスクの種子に関する研究 I その生産性と用価について……………52
深城貞義：稲の分蘖に関する研究 V 粉末比重より見たる稲の分蘖に就て……………………………57
内藤中人，高井省三：2，4-D 茎葉撒布の稲胡麻葉枯病発生に及ぼす影響………………………………66
野呂癸巳次郎：金柑子と温州蜜柑との接木雑種“高木蜜柑”に就て(予報)……………………………80
野呂癸巳次郎：オリヴの文献的研究 V …………87
植木邦和：殺草剤2，4，5-Tの小麦作並びに大豆作に及ぼす影響……………………………………98
黒上泰治，葦沢正義，曽我部 哲，金辺 正：傾斜地果樹の生理生態に関する研究 II 傾斜地の環境要素と果樹の生長について……………………… 105
桑田 晃：育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異 XIII 生育と土壌反応との関係…………………………………………… 121
大西鋭作：清教主義の一考察—17世紀新英洲—… 130
福家真木太：民衆に対する二つの相反する見解… 136
境田耕治，井川正美：描画によるプロジェクト法の研究……………………………………………… 143

第2号 (通巻第17号) 1954年12月発行

深城貞義，荻原昤二：植物の分岐に関する研究 II 日照度及び土壌の組成が植物の分岐に及ぼす影響 III コスモスの腋芽及びその伸長におけるシステム及び規則性について……………… 151
荻原昤二：組織粉末比重測定の際の材料粉末の量及び精粗について(予報)………………………… 161
上原勝樹，磯崎義政：ホットキャップの微気象について(2)…………………………………………… 166
内藤中人，高原 弘：菠薐草褐斑病に就て，特に素菜褐斑病との比較研究……………………… 173
倉田久男：玉葱の分球に関する研究 I 分球芽の分化，発育について…………………………… 184
樫崎丁市，片倉健二：オリーブ果実利用に関する基礎的研究 II 完熟果実果肉蛋白中のアミノ酸のペーパークロマトグラフィーによる検出(英文)… 194
樽谷隆之：トマト果汁製造に関する研究 I 果汁用トマト品種に就て……………………………… 199
山中 啓：微生物におけるピルビン酸代謝に関する研究 I 酵母カルボキシラーゼによるビタミン B_1 定量法 (Ochoa-Peters 法) について……… 205
山中 啓：同上 II 酵母カルボキシラーゼの反応機構の一考察……………………………………… 217
玉置鷹彦，星川玄児：池泥の研究 III 池泥の全置換性塩基量……………………………………… 222

第3号 (通巻第18号) 1955年3月発行

川村信一郎：大豆蛋白質を製造するときの副産物の利用 VII 総括と結論（英文）…………………… 227
川村信一郎，小林恒夫，大島道雄：ペントーズとヘキソーズを同時に比色定量する方法(英文)……… 241
境田耕治，井川正美：描画によるプロジェクト法の研究………………………………………………… 243
森 和男：水田裏作の経営経済的研究 I 水田裏作における「水」の制約作用について(2)……… 250
葦沢正義，中川正視：果樹の水分生理に関する研究 I 主として果樹の季節的水分代謝作用について
前川忠夫：香川県の溜池について…………………… 260
内藤中人，高原 弘：*Cercospora beticola* の培地における胞子形成並胞子の形態に及ぼす二三の要因に就て………………………………………………… 283
桑田 晃：糊麻の採種栽培に関する一実験………… 289
桑田 晃：育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について XV 播種期を異にする場合の生育…………………………………… 292
第6巻著者索引（欧文）…………………………… 299
第1—6巻研究室別総索引………………………… 301

昭和三十年三月二十　日印刷
昭和三十年三月二十五日発行

香川県木田郡三木町
香 川 県 立 農 科 大 学

高松市南瓦町四一六ノ二
印刷者　田 村 市 太 郎

高松市南瓦町四一六ノ二
印刷所　株式会社日本印刷所

11⁰/2 Red.

Volume 6, No. 3 (Serial No. 18) March, 1955

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
12 OCT 1955
SERIAL As.130
SEPARATE

TECHNICAL BULLETIN OF THE KAGAWA AGRICULTURAL COLLEGE

CONTENTS

KAWAMURA, Sin'itirô: Studies on the utilization of the by-products of soybean-protein manufacture. VII. Summarizing discussion. (in English) ····· 227

KAWAMURA, Sin'itirô, KOBAYASHI, Tsuneo, and ÔSHIMA, Mitio: A note on the simultaneous colorimetric determination of pentose and hexose. (in English) ····· 241

SAKAIDA, Kôji, and IGAWA, Masami: Research on the projective technique by drawing. II. ····· 243

MORI, Kazuo: Economical studies on the double-cropping in the paddy field. I. On the restrictive effect of "water" on the double-cropping in the paddy field. (2) ····· 250

ASHIZAWA, Masayoshi, and NAKAGAWA, Masashi: Studies on fruit physiology in relation to water. I. On seasonal variations of water metabolism in fruit trees. ····· 260

MAEKAWA, Tadao: On the irrigation reservoir in Kagawa Prefecture. ····· 273

NAITO, Nakato, and TAKAHARA, Hiroshi: Some factors affecting the production and morphology of conidia in culture of *Cercospora beticola* SACC. ····· 283

KUWADA, Hikaru: An experiment on the seed growing cultivation of "Nori-Asa". ····· 289

KUWADA, Hikaru: Studies on the differences of physiological and ecological charcteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of its parents. XV. Growth of plants sown at different periods. ····· 292

Author Index to Volume 6 (1954–55) ····· 299

KAGAWA AGRICULTURAL COLLEGE

Mikityô, Kagawa-ken, Japan